REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud MAMMERI de Tizi Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et Agronomiques
Département des Sciences Biologiques

MEMOIRE

En Vue de l'Obtention du Diplôme de Magister en Sciences Biologiques
Spécialité : Ecologie Végétale Appliquée et Gestion de l'Environnement

THEME

Analyse de la diversité floristique et de la phytodynamique de la série de végétation à *Cedrus atlantica* au Djurdjura Centro-méridional (Secteur de Tikjda)

Réalisé par :

M^me^ LARBI Radia

Devant le jury :

Présidente: Mme KROUCHI Fazia,	***Maître de Conférences A, UMMTO***
Rapporteur : Mr MEDDOUR Rachid,	***Maître de Conférences A, UMMTO***
Examinateur : Mr MESSAOUDENE Mahand,	***Directeur de recherches INRF***
Examinateur : Mr AIT SAID Samir,	***Maître de Conférences A, UMMTO***
Examinatrice : Mme BOURBIA-MOUAS Sophia,	***Maître de Conférences B, UMMTO***

2014-2015

Remerciements

Je remercie vivement Monsieur MEDDOUR Rachid, Maître de conférences (A) à l'université Mouloud MAMMERI de Tizi Ouzou, d'avoir accepté de diriger mon travail et de n'avoir ménagé aucun effort d'assistance scientifique et materiel. Sa disponibilité, sa sollicitude à mon égard et ses conseils constructifs m'ont été de grande utilité pour la réalisation de ce mémoire, ainsi que son aide précieux pour l'identification des espèces inventoriées au niveau de la zone d'étude.

Que Madame KROUCHI Fazia, Maître de conférences (A) à l'université Mouloud MAMMERI de Tizi Ouzou, soit assurée de mes vifs remerciements et de croire en ma respectueuse gratitude pour m'avoir fait l'honneur de présider le jury.

Je remercie également Monsieur MESSAOUDENE Mahand Directeur de recherche à l'Institut National de Recherche Forestière, Madame Bourbia-Mouas Sophia, Maître de conférences (B) à l'université Mouloud MAMMERI de Tizi Ouzou, et Monsieur AIT SAID Samir, Maître de conférences (A) à l'université Mouloud MAMMERI de Tizi Ouzou, de m'avoir fait l'honneur d'examiner ce travail.

Mes remerciements vont également à Monsieur MERIBAI Youcef Directeur du Parc National de Djurdjura de m'avoir autorisé à effectuer mon étude à Tikjda.

Je tiens à remercier vivement Madame MEDDOUR SAHAR Ouahiba Maître de conférences (A) à l'université Mouloud MAMMERI de Tizi Ouzou à l'université Mouloud MAMMERI de Tizi Ouzou, pour son aide précieuse.

Mes remerciemements chaleureux s'adressent en particulier à Mademoiselle NEKMOUCHE Ouerdia, Monsieur Metna , Monsieur BOUAHMED Abdelkader, mon frère Amirouche, ainsi que Madame AMIRAT Yassina, sans qui ce travail n'aurait été possible.

Que toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce présent travail soient assurées de ma profonde considération.

A mes parents mes frères et mes sœurs, ma grand-mère, mes nièces et neveux ainsi qu'à ma belle famille.

Enfin je me dois de remercier mon mari Tarik, pour sa présence, son aide ainsi que ses encouragements, ainsi qu'à mon fils Yacine.

Liste des tableaux

Tableau n°1: Importance des nombres de feux et des surfaces brûlées dans le Parc national du Djurdjura (période 2000-2009) ……...…….26

Tableau n°2: Importance des surfaces brûlées selon les formations végétales dans le Parc National du Djurdjura (période 2000-2009) ……....27

Tableau n°3: Estimation des précipitations moyennes mensuelles de la station de Tikjda (en mm)(période 1990-2009) ……..……..….28

Tableau n°4: Régime saisonnier pour la station de Tikjda…….…..29

Tableau n°5: Estimation des températures moyennes mensuelles (°C) pour la station de Tikjda(1500 m), (période 1990-2009) ……..…...29

Tableau n°6: Nombre de relevés floristiques en fonction des divers sites de la zone d'étude……..36

Tableau n°7: Nombre de placettes dendrométriques en fonction des divers sites de la zone d'étude……..…….....39

Tableau n°8 : La composition systématique de la flore de la cédraie de Tikjda……...…44

Tableau n°9 : Les types chorologiques de la flore de la cédraie de Tikjda……...…47

Tableau n°10: Tableau synthétique des trois groupements végétaux obtenus par l'AFC et la CAH……59

Tableau n°11 : Répartition des nombres de tiges par dimensions de bois…….....70

Tableau n°12: Importance relative des différentes essences (fréquence et densité des tiges)..73

Tableau n°13 : Matrice de corrélation (coefficient de corrélation linéaire de Pearson)……...88

Liste des figures

Figure 1 : Les paysages végétaux du bassin méditerranéen)…..…….……..……..4
Figure 2 : Aire naturelle du cèdre de l'Atlas sur fond altimétrique……..…….….5
Figure 3 : Aire de distribution du cèdre de l'Atlas en Algérie sur carte pluviométrique……..8
Figure 4 : Diagramme simplifié des successions végétales de la série de *Cedrus atlantica* au Djurdjura…….……...……...….17
Figure 5: Diagramme des successions primaires et secondaires de la série du cèdre au Djurdjura……..…….17
Figure n°6 : Perturbations et dégradations des cédraies au Maghreb …….……..…19
Figure n°7 : Facteurs de perturbation et de dépérissement du cèdre ……...….……20 Figure n° 8: Carte de localisation du site de Tikjda (Parc national du Djurdjura)…….....23
Figure n°9: Carte géologique du site d'étude au Djurdjura, Algérie……..…..24
Figure n°10: Carte des formations végétales de Tikjda…….....26
Figure n° 11: Importance des nombres de feux et des surfaces brûlées selon les années dans le Parc National du Djurdjura (période 2000-2009) ……27
Figure n° 12: variation mensuelle des températures à Tikjda……..….30
Figure n°13: Diagramme Ombrothermique de Bagnouls & Gaussen pour la station de Tikjda……..……..……31
Figure n°14:Situation bioclimatique de la station de Tikjda sur le climagramme d'Emberger…….....32
Figure n°15: Carte de localisation des relevés floristiques réalisés dans la zone de Tikjda……...….....36
Figure n°16: Carte de localisation des relevés dendrométriques réalisés dans la zone de Tikjda ……..…….40
Figure n°17 : La répartition des espèces recensées par familles. ……..…45
Figure n° 18: Le spectre biologique de la flore de la cédraie étudiée. ……...……..46
Figure n°19 : Spectre chorologique de la flore de la région d'étude. ……..…48
Figure n°20 : Le spectre chorologique de l'ensemble méditerranéen…….……..……49
Figure n°21: Le spectre chorologique de l'ensemble nordique…….....49
Figure n° 22: Le spectre chorologique de l'ensemble endémique……50
Figure n°23:Carte des relevés de l'analyse factorielle des correspondances (axes F1 et F2)..52
Figure n° 24: Le dendrogramme de la classification ascendante hiérarchique……..…53
Figure n°25 : Distribution du taux de placettes en fonction des classes d'altitude……...…66
Figure n° 26 : Distribution du taux de placettes en fonction des classes de pente……66

Figure n° 27 : Distribution du nombre de placettes en fonction des expositions…….……67
Figure n° 28 : Distribution de la densité des tiges du peuplement à l'hectare (toutes essences confondues)……..….68
Figure n° 29 : Distribution du nombre de tiges du peuplement (toutes essences confondues) dans les classes de circonférences……..…69
Figure n° 30 : Proportions du cèdre d'Atlas (CA) et du chêne vert (CV) dans leurs peuplements mixtes…….....72
Figure n° 31: La distribution du nombre de tiges par classes de circonférences……...……..73
Figure n° 32: Importance relative des essences en fonction de leur comportement dynamique…….....74
Figure n°33: La courbe et équation de régression du nombre de tiges du peuplement (toutes essences confondues) en fonction des classes de circonférences……..75
Figure n°34 : Courbe et équation de régression du nombre de tiges du cèdre en fonction des classes de circonférences…….…….…….76
Figure n° 35 : La distribution de la surface terrière par placette……...77
Figure n° 36 : Hauteur moyenne du peuplement par placette……..….78
Figure n° 37: La distribution des nombres d'arbres par classes de hauteurs……..…..78
Figure n° 38: Facteur d'élancement (H/D) des tiges de *Cedrus atlantica* et de *Quercus ilex*..80
Figure n° 39 : Etable en pleine forêt à Tigounatine Nord/El Kef à 1667m d'altitude…….81
Figure n°40: Estimation du degré de surpâturage dans les différents sites de la zone d'étude……...82
Figure n°41 : présence du cheptel bovin en pleine forêt (Tighilt Tabount)…...……...83
Figure n° 42 : présence de déjections de bovins en pleine forêt (Tigounatine Nord)……..83
Figure n° 43 : Estimation du degré de coupes de bois dans les différents sites……...……84
Figure n°44 : Bois de cèdre coupés au sol (Tigounatine Nord/El Kef)……....85
Figure n° 45 : Intensité du passage de feu……..……..86
Figure n° 46 : Intensité de la perturbation « déchets solides » dans les différents sites……...87
Figure n°47:Analyse en Composantes Principales, cercle de corrélation entre les variables...88
Figure n°48:Plan factoriel principal de l'Analyse en Composantes Principales des relevés……...90

Liste des abréviations

ACME: A Company that Makes Everything

ACP : Analyse en composantes principales.

AFC : Analyse Factorielle des Correspondances.

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques.

CAH : Classification Ascendante Hiérarchique.

DNCN : Direction Nationale de la Conservation de la Nature

FAO : Food Agriculture Organisation

HPAE : Hiver, Printemps, Automne, Eté.

IFN : Inventaire Forestier National.

ONM : Office National Météorologique.

pH : potentiel Hydrogène.

PND : Parc national du Djurdjura.

Table des matières

Introduction générale.....1
Chapitre I. La diversité floristique et la dynamique de la végétation des cédraies……3
A. Aperçu sur l'écologie et la diversité floristique des cédraies……..…….....…3
1. Introduction……..….3
2. Répartition géographique du cèdre de l'Atlas en Algérie…….….....4
3. Caractéristiques écologiques principales des cédraies……..…….....5
3.1. Répartition en altitude…….…....6
3.2. Exigences climatiques…….…....6
3.3. Exigences géologiques et édaphiques…….…….…....8
3.4. Situation phytogéographique…….……...…….…….…9
4. Intérêts de la cédraie ……...……..…….9
4.1. Intérêt socio-économique……..…….…….9
4.2. Intérêt patrimonial……..……..……..…10
5. Diversité floristique et phytocénotique de la Cédraie…….....……...10
5.1. Diversité floristique …….……...……..11
5.2. Diversité phytocénotique…….…….....….12
B. Dynamique et perturbation de la végétation, spécialement des cédraies.....……13
1. Introduction……...…….…..….13
2. Dynamique de la végétation et notion de série de végétation…….....……14
3. Dynamique des structures de végétation des séries à *Cedrus atlantica*…….....….15
3.1. Cas des séries de cèdre au Maroc……....15
3.2. Cas des séries de cèdre en Algérie, notamment au Djurdjura…….....…..16
4. Facteurs de perturbation…….…….....18
5. Conclusion …….……..21
Chapitre II : Matériels et méthodes……..……23
A. La zone d'étude……..…….……23
1. Situation géographique…….23
2. Milieu physique ……...……23
2.1. Géologie…….24
2.2. Pédologie…….……..24
2.3. Hydrologie et hydrographie ……..25

3. La végétation……..……..25
4. Les incendies dans le Parc National du Djurdjura……..….26
5. Climat de la zone d'étude…….……...…….27
5.1. Précipitations…….….28
5.1.1. Précipitations moyennes mensuelles……...28
5.1.2. Régime pluviométrique saisonnier……..……..……..28
5.2. Températures…….….29
5.2.1. Températures moyennes mensuelles……..……....….29
5.2.2. Amplitude thermique annuelle…….……...30
5.3.Diagramme ombrothermique de Bagnouls & Gaussen……..30
5.4.Quotient pluviothermique d'Emberger……..……..……...31
5.5. Autres facteurs climatiques…….……..…...32
5.5.1. La neige…….……....32
5.5.2. L'humidité de l'air…….....33
5.5.3. Le vent…….....33
5.5.4. Le gel et la grêle……..…….....33
B. Méthodes d'étude……..……..…….....33
1. Etude floristique et phytosociologique…….……..……34
1.1. Objectifs du travail ……..…….....34
1.2. Méthodologie de l'approche phytosociologique…….…….....34
1.2.1. Réalisation des relevés……..…….....34
1.2.2. Collecte des données et échantillonnage……35
1.2.3. Méthode des tableaux phytosociologiques……..…..……..37
1.2.4. Etude de la végétation par l'analyse factorielle des correspondances……...37
2. Etude structurale et dynamique du peuplement……..38
2.1. L'échantillonnage adopté……38
2.2. Collecte des données dendrométriques…….40
2.3. Etude des paramètres structuraux du peuplement……41
Chapitre III : Etude floristique et phytosociologique, structurale et dynamique……..43
Partie I : Approche floristique et phytosociologique…….……...43
A. Analyse de la diversité floristique…….……...43
1. Diversité systématique……..……...43
2. Diversité biologique…….….45
3. Indice de perturbation……...…46

4. Diversité phytogéographique……..…47
4.1. L'élément méditerranéen……..……48
4.2. L'élément nordique ……..…49
4.3. L'élément plurirégional……..…50
4.4. L'élément endémique……50
B. Analyse multivariée des données floristiques……..……51
1. Analyse Factorielle des Correspondances…….……..……51
2. Classification ascendante hiérarchique…….……..……53
3. Description des groupements végétaux de la cédraie de Tikjda déterminés par l'AFC et la CAH……..…53
3.1. La cédraie forestière mésophile (*Senecio perralderiani-Cedretum atlanticae*)……....54
3.1.1. Description physionomique, structurale, floristique et écologique…….54
3.1.2. Interprétation phytosociologique…….54
3.2. La cédraie préforestière à *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica*……...……...55
3.2.1. Description physionomique, structurale, floristique et écologique…….55
3.2.2. Interprétation phytosociologique…….....56
3.3. La cédraie thermophile à chêne vert ……..……..57
3.3.1. Description physionomique, structurale, floristique et écologique…….57
3.3.2. Interprétation phytosociologique……..…..……58
Partie II. Approche structurale et dynamique……...……65
1. Le taux d'échantillonnage……..……65
2. Analyse des données stationnelles écologiques……..……65
3. Les caractères dendrométriques, structuraux et dynamiques……...67
3.1. Densité des tiges par placettes et par hectare……67
3.2. Structure du peuplement……...…69
3.2.1. Distribution des tiges par classes de circonférences toutes essences confondues…….69
3.2.2. Répartition par catégories de grosseur de bois……70
3.2.3. Composition en essences des peuplements de cèdre……..71
3.2.4. Structure du peuplement et importance des essences constitutives……72
3.2.5. Comportement dynamique des essences constitutives……..….74
3.3. Ajustement de la distribution des tiges à une courbe de régression……..74
3.4. La surface terrière……..76
3.5. La hauteur moyenne du peuplement …….77
3.5.1. La hauteur moyenne par placette toutes essences confondues……..….77

3.5.2. La distribution des arbres par classes de hauteurs……..….78
3.6. Le facteur d'élancement des tiges……..79
Partie III : Analyse des facteurs anthropiques……..…….80
1. Estimation des actions anthropiques au niveau de la cédraie de Tikjda……...…80
1.1. Echelle d'appréciation du degré de perturbation de la forêt……..…80
1.2. Intensité du surpâturage……....81
1.3. Intensité des coupes de bois en délit……..83
1.4. Intensité du passage du feu……86
1.5. Autres perturbations (déchets solides, eaux usées) ……...……86
2. Analyse en composantes principales des facteurs anthropiques de perturbation…….87
2.1. Corrélations entre les divers facteurs écologiques et de perturbation estimés ou mesurés……..87
2.2. Interprétation des corrélations mises en évidence par l'ACP ……...……88
2.3. Interprétation des sites les plus perturbés mis en évidence par l'ACP…….....89
Conclusion générale……91

Références bibliographiques…….93

Annexes

Introduction générale

Les forêts méditerranéennes possèdent une valeur patrimoniale très élevée. Elles constituent des réserves importantes de diversité génétique, spécifique et fonctionnelle, qu'il convient de conserver au mieux dans l'optique d'une gestion durable de ce patrimoine biologique et ces ressources potentielles (Quézel et Médail, 2003).

Les forêts de cèdre constituent des réservoirs importants de diversité génétique, spécifique, paysagère et fonctionnelle (Quézel *et al*., 1999 ; Barbero *et al*., 2001).

Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus Atlantica* Manetti) est une essence qui a toujours suscité un intérêt important en raison de ses nombreuses qualités forestières, telles que sa capacité au maintien de l'équilibre biologique, sa faible inflammabilité, sa production de bois de qualité, et un port remarquable et esthétique (Toth, 1978). Endémique à l'état spontané des montagnes du Maghreb, il représente par excellence l'essence noble des forêts marocaines et algériennes (Quézel, 1998). Le cèdre de l'Atlas présente une aire nettement disjointe et liée essentiellement à l'orographie du Maghreb.

En Algérie, les cédraies sont dispersées et beaucoup plus réduites qu'au Maroc. Le cèdre occupe une surface d'environ 30 000 ha répartis sur deux ensembles naturels, d'écologie sensiblement différente : le premier est localisé sur les montagnes littorales bien arrosées (Babors, massif du Djurdjura, Atlas Blidéen, Ouarsenis), ce sont les cédraies humides. Le second ensemble est le plus important du point de vue superficie, il occupe les montagnes méridionales continentales de l'Atlas saharien, ce sont les cédraies sèches (Nedjahi, 1988).

Plusieurs études ont été effectuées sur la syntaxonomie des groupements à Cèdre d'Algérie et notamment celles du Djurdjura. Parmi ces études, on peut citer : Quézel, 1956 ; Abdessemed, 1981 ; Quézel et Barbero, 1989 ; Gharzouli, 1989, 2007 ; Meddour, 1994 ; Tafer et Zergane, 1994 ; Yahi et Mediouni, 1997 ; Yahi *et al*., 1999 ; Yahi, 2007 ; Meddour, 2010.

La présente étude tente de compléter les diffèrentes études qui ont été effectuées dans le versant méridional du Djurdjura et précisément dans la forêt de Tikjda. Elle tentera aussi de mettre en évidence les différents états dynamiques de la série de végétation du cèdre de l'Atlas à l'aide des élements floristiques, écologiques et structuraux.

Notre travail est composé de trois chapitres détaillés comme suit :

Un premier chapitre intitulé « la diversité floristique et la dynamique de la végétation des cédraies », constitue une synthèse bibliographique autour des thèmes abordés, en

l'occurrence l'écologie et la diversité floristique des cédraies, la dynamique et la perturbation de la végétation des cédraies.

Le deuxième chapitre « matériels et méthodes » a été consacré à la présentation du versant méridional de Tikjda et aux méthodologies utilisées pour l'échantillonnage et la collecte des données floristiques et dendrométriques.

Le troisième chapitre est constitué de deux approches qui sont :

- L'approche floristique et phytosociologique, qui comporte une analyse de la diversité floristique, basée sur l'identification des types biologiques et biogéographiques des espèces recensées sur les différents sites échantillonnés, et d'une analyse multivariée des données floristiques (analyse factorielle des correspondances et classification ascendante hiérarchique), afin de faire ressortir et de décrire les groupements végétaux présents au sein de la cédraie.
- L'approche structurale et dynamique de la végétation de la cédraie du versant méridional de Tikjda, basée sur l'analyse des différents paramètres dendrométriques et l'évaluation de l'action anthropique par une analyse en composantes principales.

Chapitre I :
La diversité floristique et la dynamique de la végétation des cédraies

A. Aperçu sur l'écologie et la diversité floristique des cédraies

1. Introduction

La région méditerranéenne s'individualise par de nombreuses originalités physiques et écologiques qui confèrent à sa biodiversité une valeur patrimoniale mondiale (Daki, 2004). Elle se caractérise aussi par une grande richesse floristique et une profonde originalité puisque environ 50 % des quelques 25000 espèces (Quézel, 1985), ou 30000 espèces et sous-espèces (Greuter, 1991), présentes dans la zone méditerranéenne (Emberger 1930 ; Daget 1977), sont endémiques. Les forêts méditerranéennes, comparées à celles des régions médio-européennes, ressortent comme un des hauts lieux de biodiversité végétale, tant en ce qui concerne les phanérophytes que les herbacées forestières endémiques, qui se recrutent surtout chez les géophytes, notamment parmi les genres *Corydalis, Cyclamen, Epipactis, Fritillaria, Narcissus,* et *Paeonia.* Cette biodiversité est aussi sous-tendue par une richesse en endémiques relativement importante, qui rend compte de la variabilité des situations biogéographiques et écologiques, de la fragmentation des aires continentales, souvent en liaison avec les actions anthropiques.

Près de la moitié de la superficie occupée par la forêt méditerranéenne au Maghreb est dominée par la forêt à conifères (figure n°1) ; dix espèces y sont dominantes : *Pinus halepensis, Pinus pinaster, Tetraclinis articulata, Juniperus phoenicea, Juniperus thurifera, Cedrus atlantica, Abies numidica, Abies pinsapo* subsp. *maroccana, Cupressus atlantica, Cupressus sempervirens*(White,1986). Les aires de répartition de ces espèces ont varié sensiblement durant les derniers millénaires en relation avec les changements globaux (Le Houérou, 1990).

Cette forêt méditerranéenne est donc composée, à côté des essences feuillues sclérophylles sempervirentes et feuillues décidues, de conifères, dont des espèces endémiques et emblématiques, telles que le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*), qui existe à l'état spontané en Afrique du Nord (Maire, 1926). Absent de la Tunisie, il représente l'essence noble par excellence des autres pays du Maghreb (Algérie, Maroc).

En terme de surface, cette essence forestière endémique occupe au Maroc et en Algérie plus de 170 000 ha (M'hirit et Blérot, 1999). On rencontre des peuplements de Cèdre surtout au Maroc (figure n° 2), où il occupe le Rif (y compris le Tazzeka) avec environ 10 000 Ha, le Moyen Atlas oriental (environ 10 000 Ha), le Moyen Atlas central (60 000 Ha) et le Haut Atlas Oriental (moins de 10 000 ha)(Toth, 1980 ; M'hirit, 1994).

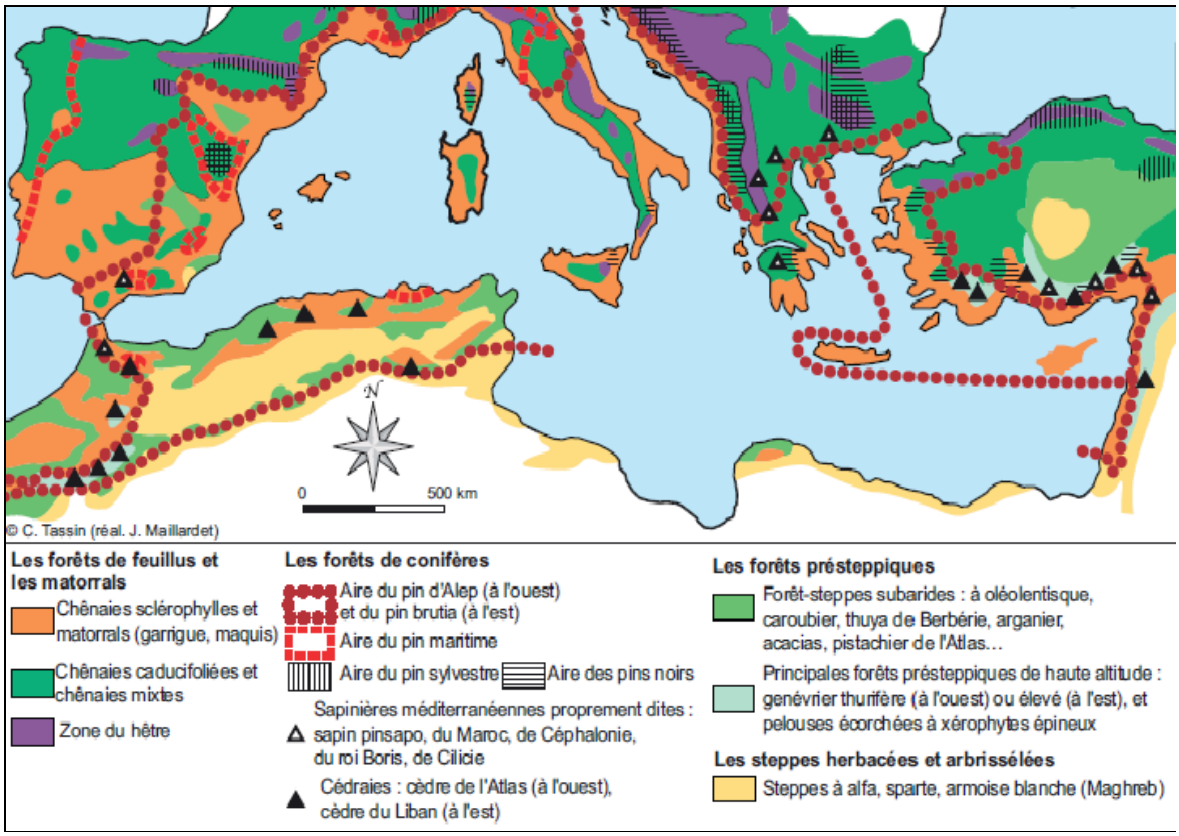


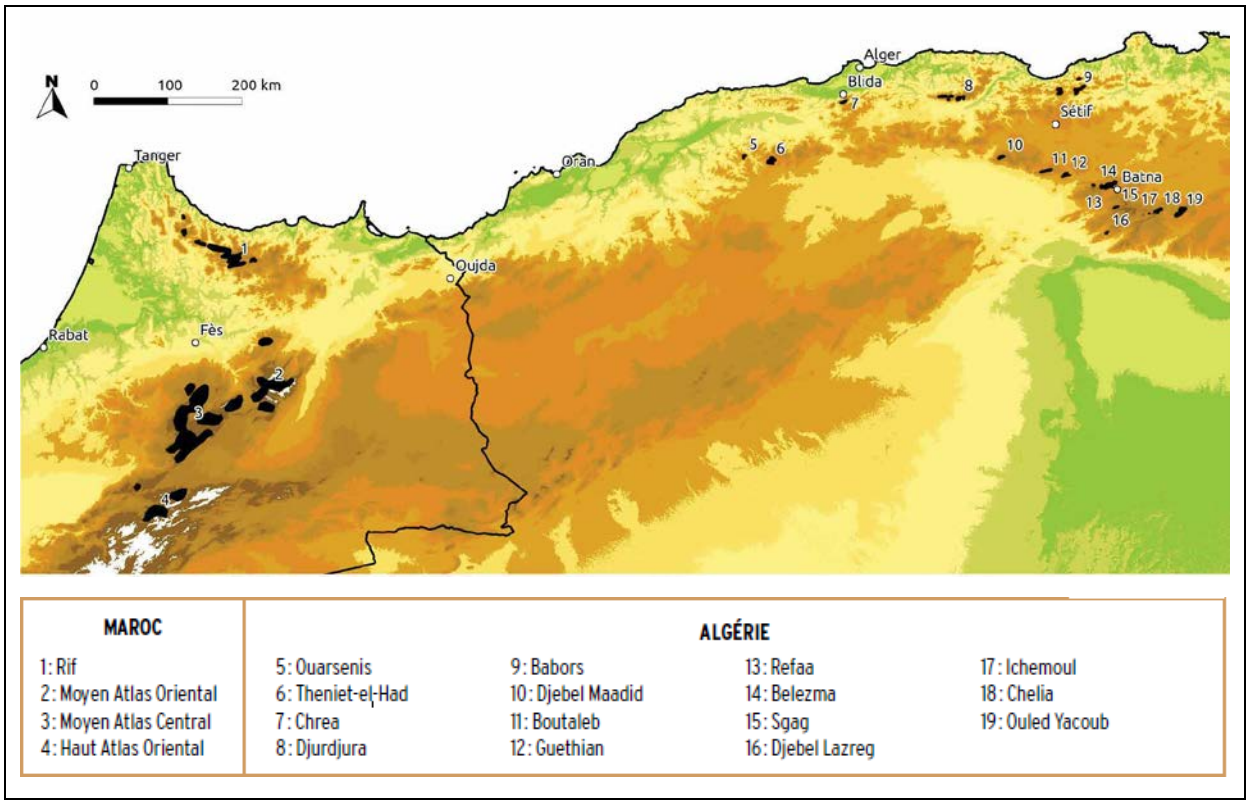
Figure n° 1 : Les paysages végétaux du bassin méditerranéen (d'après les données de Birot, Huetz De Lemps et Quézel, Tassin, 2012)

2. Répartition géographique du cèdre de l'Atlas en Algérie

Les Cédraies sont très dispersées sur les montagnes de l'Algérie et constituent des massifs beaucoup plus petits qu'au Maroc (figure n° 2). Elles sont morcelées en plusieurs îlots plus ou moins importants, qui couvrent une superficie globale d'environ 30 000 ha (Boudy, 1955) ou 27 000 ha (Benabid, 1994). Ces cédraies sont réparties dans des îlots plus ou moins importants observés d'Ouest en Est (Boudy, 1950 ; Emberger, 1952) : Ouarsenis (100ha), Theniet el Had (1000ha), Atlas de Blida (ou Mitidjien) (1000ha), Djurdjura (2000ha), Babors(800ha), Monts du Hodna(8000ha),Belezma(8100ha) et Aurès (6000ha). Les surfaces avancées par Abdessamed (1981) pour certaines cédraies de l'Atlas tellien sont contradictoires (Ouarsenis et Théniet El Had, 2 000 ha, Babor et Tababor, 1 300 ha).

D'après Quézel (1998), la surface du cèdre,qui ne dépassait guère les 30 000 hectares en Algérie, a diminué pour ne représenter à l'heure actuelle que seulement 20 000 hectares. En effet, si les cédraies dites « humides » de l'Atlas tellien sont encore relativement bien

conservées, celles dites « sèches » de l'Atlas saharien, qui constituaient l'ensemble le plus important de la cédraie algérienne, sont en régression drastique : Monts du Hodna (5 000Ha), Belezma (5 000Ha) et Aurès (5 000Ha) (Quézel, 1998).



MAROC	ALGÉRIE			
1: Rif	5: Ouarsenis	9: Babors	13: Refaa	17: Ichemoul
2: Moyen Atlas Oriental	6: Theniet-el-Had	10: Djebel Maadid	14: Belezma	18: Chelia
3: Moyen Atlas Central	7: Chrea	11: Boutaleb	15: Sgag	19: Ouled Yacoub
4: Haut Atlas Oriental	8: Djurdjura	12: Guethian	16: Djebel Lazreg	

Figure n° 2 : Aire naturelle du cèdre de l'Atlas (en noir) sur fond altimétrique(Courbet *et al*. 2012) (les Monts du Hodna regroupent les sites 10, 11 et 12, les monts du Belezma ceux du 13 et 14, les sites 15 à 19 sont ceux du massif de l'Aurès)

3. Caractéristiques écologiques principales des cédraies

L'amplitude écologique de *Cedrus atlantica* est relativement large ; cette plasticité fait que l'arbre apparaît comme très protéiforme et est à la base d'une assez grande variation parmi les différents peuplements.

En montagne, l'une des variables prépondérantes qui entraîne la discrimination aisée des types de végétation et de milieu est, sans conteste, l'altitude (Körner, 2007).

3.1. Répartition en altitude

Le cèdre de l'Atlas est un arbre essentiellement montagnard, il s'est adapté au climat froid des montagnes du Maghreb (Quézel, 1978). Il se trouve en Algérie et au Maroc généralement entre 1200 et 2000 m d'altitude, bien qu'au Maroc, il peut monter jusqu'à 2700-2800 m (Emberger, 1935 ;Quézel, 1978). Mais au-delà de 2300 m, le cèdre est toujours dominé ou remplacé par le genévrier thurifère (Emberger, 1930; Boudy 1950 ; M'hirit, 1982).

En Algérie, il apparaît à partir de 1 300 m d'altitude en versant nord et vers 1 400 m en versant sud ; mais il peut descendre plus bas (jusqu'à 900 à 1 000 m) le long des ravins, où existent des conditions pédo-microclimatiques propices (Harfouche et Nedjahi, 2003).

Achhal *et al.*(1980) et Benabid (1982) l'associent à l'horizon supérieur de l'étage méditerranéen, au montagnard méditerranéen et à l'oroméditerranéen. Cela correspond à des altitudes comprises entre plus ou moins 1300 et 2600 m.

Les cédraies comportent trois types altitudinaux, d'où les limites inférieures ou supérieures diffèrent d'une cédraie à l'autre (Pujos, 1966), ces trois types de cédraies se distinguant en fonction de l'altitude sont :

- Les cédraies basses : inférieures à1800 et 1900 m.
- Les cédraies moyennes : comprises entre 1900m et 2100 m
- Les cédraies hautes : supérieures à 2100 m.

L'altitude influence le cèdre par les conditions climatiques, plus l'altitude est élevée, plus les précipitations moyennes sont élevées et les températures sont basses (Belloula, 2011).

3.2. Exigences climatiques

Selon Faurel (1947), la répartition géographique des cédraies est le résultat de facteurs d'ordre presque uniquement climatiques. Les exigences climatiques font du cèdre une essence caractéristique de l'étage montagnard (Quézel, 1998).

Dans son aire naturelle, le cèdre de l'Atlas tolère des températures annuelles moyennes variant de 7,5°C à 15°C, avec une moyenne des minimales du mois le plus froid comprises entre - 1°C et - 8°C et une moyenne des maximales du mois le plus chaud pouvant aller jusqu'à + 32°C (Quézel, 1980 ; M'hirit, 2006). Selon Boudy (1950), cette essence peut vivre

entre -20°C et +39°C ; elle peut résister sans dommages à des températures de -25°C (Gaussen, 1967).

Le cèdre a besoin d'une pluviométrie annuelle comprise entre 500 et 1700 mm, mais la majorité des cédraies reçoivent entre 850 et 1200 mm/an (Benhalima, 2006). Les cédraies septentrionales de l'Atlas tellien (Théniet El Had, Atlas Blidéen, Djurdjura, Babors) reçoivent une pluviométrie moyenne variant de 540 mm/an dans l'Ouarsenis jusqu'à plus de 2 000 mm/an sur le sommet des Babor, pour les cédraies méridionales de l'Atlas saharien (Aurès, Belezma, Hodna), dont la continentalité est infiniment plus accusée, les précipitations oscillent entre 450 et 950 mm/an (Abdessamed, 1981).

Quézel (1998) rattache les cédraies à une large gamme bioclimatique allant du perhumide, sur le Rif, au subhumide et peut être au semi-aride, sur l'Aurès, dans les variantes fraîche, froide et très froide (M'hirit, 2006). Mais, le cèdre de l'Atlas trouve son optimum écologique dans le bioclimat méditerranéen humide à hiver froid (Quézel, 1980), où se concentrent les 3/4 des cédraies marocaines (Benhalima, 2006).

Les cédraies algériennes se divisent globalement en deux types (Boudy, 1950 ; Abdessemed, 1981) (figure n° 3) :

- Les *cédraies sèches* caractérisées par les conditions climatiques les plus sévères, une continentalité beaucoup plus accusée (Faurel et Laffite, 1949) et sont soumises directement aux influences sahariennes (Aurès-Belezma-Monts du Hodna).
- Les *cédraies humides* qui bénéficient d'un climat particulièrement favorable (Babors, Djurdjura, Atlas blidéen, Ouarsenis).

Du point de vue bioclimatique, les cédraies en Algérie vont du semi-aride supérieur froid à l'humide froid (Abdessemed,1981) et se répartissent comme suit (Abdessemed, 1981 ; Derridj, 1990 ; Meddour,1994 ; Yahi, 1995) :

- Semi-aride à hiver froid : Boutaleb (Hodna), Chélia et Djebel Azreg (Aurès).
- Subhumide à hiver frais à froid : Theniet El Had (Ouarsenis), nord du Belezma.
- Humide et perhumide, frais à froid : Monts du Djurdjura, Babors, Chréa (Atlas Blidéen).

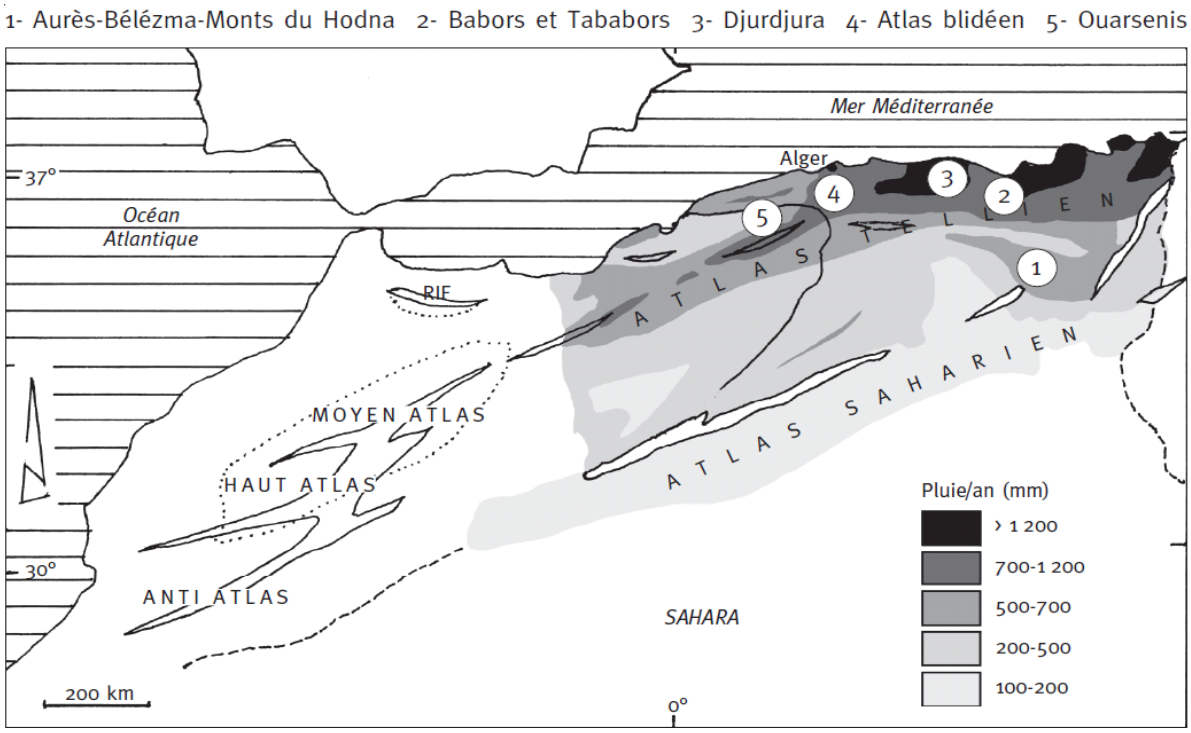


Figure n° 3 : Aire de distribution du cèdre de l'Atlas en Algérie sur carte pluviométrique (Harfouche et Nedjahi, 2003)

3.3. Exigences géologiques et édaphiques

Selon Boudy (1952) et Lepoutre (1963), le cèdre s'accommode de toutes les compositions chimiques du sol, c'est la composition physique qui joue le rôle prépondérant, ce qui le rend apte à coloniser presque tous les types de sol (Toth, 1971) . En Algérie comme au Maroc, le cèdre pousse sur des roches acides (granites, quartzites, schistes, grès siliceux) ou non acides (roches calcaires, marnes, dolomies, basalte grès calcaire). Il peut croître également aussi bien sur les sols à pH acide que sur les sols à pH basique (Alexandrian, 1992). Cependant, si les cédraies s'installent sur tous les types de substrats, il semble qu'elles se développent mieux sur ceux qui sont plutôt acides (Benabid, 1985). Les résultats de Nedjahi (1994) montrent que les substrats marneux et calcaires sont défavorables à la bonne production ligneuse, par le fait que, les premiers sont lourds, très humides et se dessèchent rapidement et les seconds sont peu favorables à la rétention de l'eau. Ce même auteur rapporte que la préférence du cèdre est pour le substrat dolomitique, basaltique, gréseux et schisteux.

De son côté, Quézel (1980) souligne que les cédraies sont en général localisées sur substrats calcaires, mais il précise que cette prédominance n'est due qu'à la rareté des autres substrats sur les hautes montagnes méditerranéennes.

Sur le plan édaphique, le cèdre préfère les sols profonds, meubles et caillouteux, et les textures légères semblent prisées par les jeunes semis (Pradal, 1979).

3.4. Situation phytogéographique

Sur le plan phytogéographique, selon divers auteurs (Maire, 1926 ; Quézel & Santa, 1962 ; Barry *et al*.,1976), les formations de cèdre en Algérie sont placées dans deux domaines phytogéographiques distincts :

Le domaine Maghrébin méditerranéen, où elles sont présentes dans les :

- Secteur kabyle et numidien (cédraies du Djurdjura et des Babors),
- Secteur algérois (cédraie de Chréa sur l'Atlas Blidéen),
- Secteur du Tell méridional (cédraies de Theniet El Had et de l'Ouarsenis).

Le domaine Maghrébin steppique :

- Secteur du sud-Constantinois qui abrite les cédraies des Aurès, du Bélézma et les quelques lambeaux des monts du Hodna.

Malgré l'étendue très vaste de l'aire montagnarde algérienne, soumise à différents types de perturbations, la cédraie naturelle n'existe pas (ou plus) dans certains secteurs phytogéographiques potentiellement favorables à son développement.

4. Intérêts de la cédraie

Le simple fait d'avoir associé « Atlas » au nom de l'espèce traduit toute l'importance (Demarteau *et al*., 2007), de cette essence qualifiée de noble.

4.1. Intérêt socio-économique

Le cèdre de l'Atlas est une composante écologique et socio-économique essentielle du paysage forestier national. Ses valeurs bioécologiques et socioéconomiques lui confèrent une importance mondiale (M'hirit, 1994).

Le cèdre de l'Atlas est une essence forestière tolérante à la sécheresse et productrice de bois de haute qualité (M'hirit, 1994). Il joue un rôle important dans la structuration des écosystèmes et des paysages forestiers, grâce à ses qualités sylvicoles (sa résistance aux incendies et sa morphologie particulière). Toth (1990) signale qu'il protège le sol contre l'érosion, grâce à sa cime tabulaire et son système racinaire profond et ramifié, et qu'il élimine la strate herbacée, diminuant ainsi les risques d'incendie.

Des plantations effectuées avec succès dans l'Atlas tellien et l'Aurès témoignent de l'aptitude de cette espèce à coloniser des espaces vides, grâce à la puissance de sa régénération naturelle, et le cèdre se présente comme une essence de reboisement majeure dans l'étage montagnard (Harfouche et Nedjahi, 2003).

Ainsi, son excellente qualité de bois d'œuvre, sa productivité (8 à 12 m^3/ha/an dans les zones difficiles, selon Toth, 1973, 1977 ; M'hirit, 1982), sa résistance aux incendies, sa résistance à la sécheresse et au calcaire, son aptitude à protéger le sol et la faible inflammabilité de sa litière (Toth, 1970, 1972 ; Courbet *et al*, 2012), en font une essence de choix pour la reconstitution de la forêt méditerranéenne.

4.2. Intérêt patrimonial

La plupart des peuplements de cette espèce sont, à l'heure actuelle, gérés dans le cadre de parcs nationaux (Bélézma, Djurdjura, Ouarsenis, Atlas Blidéen), où l'objectif principal est la recherche d'un équilibre entre conservation et développement. Des dérives protectionnistes constituent, dans certains cas, des contraintes à une gestion rationnelle de cette ressource génétique, dont l'utilisation doit dépasser les cadres régional et national (Harfouche et Nedjahi, 2003).

La multitude de qualités que possède ce conifère explique son emploi depuis l'Antiquité à nos jours dans les édifices les plus majestueux.Vénéré depuis toujours, le cèdre de l'Atlas demeure un symbole de notre terre, de notre culture et de notre mémoire. Le nom de l'espèce est définitivement associé à la chaîne de l'Atlas et à la noblesse de l'essence (M'hirit, 2006).

5. Diversité floristique et phytocénotique de la Cédraie

Dans leur aire naturelle, les cédraies représentent des écosystèmes extrêmement variés. Selon Benabid (1985), les traits orographiques et bioclimatiques sont à l'origine de la grande

richesse floristique et de la diversité des biocénoses des cédraies. En effet, le cèdre participe à des groupements végétaux très variés et les espèces végétales qui lui sont associées sont différentes, selon les conditions écologiques très diverses (températures, pluviométrie, altitude, bioclimat allant du semi-aride à l'humide, différents substrats) (Abdessemed, 1981).

D'une région à l'autre, les cédraies possèdent des espèces et des communautés végétales différentes en fonction de plusieurs facteurs, dont les plus importants sont le climat et le sol (M'hirit, 2006).

5.1. Diversité floristique

La richesse floristique des cédraies est estimée à un millier d'espèces, dont environ 10 % d'arbres, 15 % d'arbustes et arbrisseaux et 75 % de plantes herbacées annuelles ou pérennes (M'hirit,1999, Benabid et Fennane, 1999) . Cette diversité floristique est vraisemblablement, comme pour toutes les communautés végétales circumméditerranéennes, liée à l'hétérogénéité bioclimatique spatiale et temporelle, ainsi qu'à l'histoire de l'anthropisation des écosystèmes forestiers méditerranéens (Barbero, 1990).

Parmi les arbres les plus fréquemment rencontrés dans les cédraies figurent :

- des chênes : *Quercus rotundifolia* (Chêne vert), *Quercus suber* (Chêne-liège), *Quercus faginea* (Chêne zeen),
- des pins : *Pinus halepensis* (Pin d'Alep), *Pinus pinaster* (Pin maritime), *Pinus nigra* ssp. *mauretanica* (Pin noir),
- des genévriers : *Juniperus thurifera* (Genévrier thurifère), *Juniperus oxycedrus* (Genévrier oxycèdre).

Les autres arbres directement associés au cèdre sont des frênes (*Fraxinus dimorpha*), des sapins (*Abies numidica, Abies maroccana*), des érables (*Acer monspessulanum, Acer obtusatum*…) et l'if commun (*Taxus baccata*).

En Algérie, dans les Aurès et le Belezma, le « faciès sec » est caractérisé par les espèces arborescentes suivantes : *Cedrus atlantica, Quercus ilex, Pinus halepensis, Juniperus thurifera* subsp. *africana, Juniperus oxycedrus, Juniperus phoenicea* et *Fraximus dimorpha* (Ezzahiri *et al.*, 1994). Sur l'Atlas Blidéen, le massif du Djurdjura et dans les Babors, le « faciès humide » est caractérisé par: *Cedrus atlantica, Quercus ilex, Quercus faginea* et *Taxus baccata* (Ezzahiri *et al*., 1994). Dans le Djurdjura comme sur le Rif au Maroc, le cèdre

s'associe à *Pinus nigra* subsp. *mauritanica*, alors que *Abies numidica* sur les Babors remplace *Abies maroccana* sur le Rif (Quézel, 1985).

Au Maghreb, le cèdre est presque partout plus ou moins associé au Chêne vert, à des Chênes à feuilles caduques, à *Ilex aquifolium, Taxus baccata*, et à plusieurs arbustes : *Sorbus torminalis, Sorbus aria, Rhamnus alpina, Crataegus laciniata, Cotoneaster fontanesii, Ruscus aculeatus,* etc. Cependant, dans le Haut Atlas oriental, l'If et le Houx manquent, car chaque massif (Rif, Moyen Atlas, Haut Atlas, Atlas tellien, Atlas saharien) a ses endémiques et ses espèces reliques (Emberger, 1938).

Dans le cortège des herbacées, *Senecio perralderianus, Viola munbyana, Myosotis alpestris, Convolvulus dryadum* sont représentés en Algérie et sur le Rif par des taxa infraspécifiques vicariants.

Plusieurs champignons, lichens et mousses apprécient aussi l'ambiance humide des cédraies, dont certaines espèces leurs sont exclusives. Ces champignons peuvent être utiles au cèdre ; certains parmi les champignons ectomycorhiziens protègent ses racines par différentes voies (barrière mécanique, production de substances antibiotiques...) (Toth, 2005).

5.2. Diversité phytocénotique

Le Cèdre de l'Atlas individualise au Maghreb un certain nombre de groupements végétaux, compte tenu d'une amplitude altitudinale importante (entre 1 500 m et 2 500 m). Ces groupements s'intègrent, d'après leurs critères floristiques et en fonction de leurs exigences écologiques, soit dans l'ordre des *Quercetalia ilicis*, soit dans la classe des *Quercetea pubescentis* et dans l'ordre des *Querco-Cedretalia atlanticae* (Barbero *et al*.,1980; Abdessamed, 1981 ; Quézel *et al*., 1987;M'hirit, 1982). Selon Quezel (1998), d'après les caractères phytosociologiques des formations à *Cedrus atlantica*, les cédraies algériennes de l'Atlas tellien s'insèrent dans l'alliance du *Paenio atlanticae-Cedrion atlanticae* et celles de l'Atlas saharien dans celle du *Lamio numidicae-Cedrion atlanticae*.

Ces groupements végétaux sont classés de la façon suivante (M'hirit, 1999):

- les communautés végétales de la cédraie-sapinière dans le Rif (*Abies maroccana- Cedrus atlantica*) et dans les Babors (*Abies numidica- Cedrus atlantica*), avec *Taxus baccata, Ilex aquifolium*, *Quercus faginea*, *Acer granatense* et *Acer obtusatum* sur les Babors ;
- les communautés végétales de la cédraie à chêne vert, avec *Ilex aquifolium* et *Acer monspessulanum* dans le Moyen-Atlas et le Rif marocain ;

- les communautés de la cédraie mésophile dans le Moyen-Atlas, le Rif, l'Ouarsenis, où dominent les espèces *Argyro cytisus battandieri* et *Ilex aquifolium*;
- les communautés de la cédraie orophile dans la dorsale calcaire du Rif, du Moyen-Atlas oriental et les Aurès, avec des genévriers :*Juniperus thurifera, Juniperus oxycedrus* et des xérophytes épineux.

Selon Benabid (1994), en Algérie et au Maroc, le cèdre organise plus d'une dizaine d'associations végétales appartenant pour l'essentiel aux *Querco-Cedretalia atlanticae,* et il participe à d'autres groupements forestiers.

En Kabylie (Djurdjura, Babors), les cédraies appartiennent toutes à une association particulière (*Senecio perralderiani-Cedretum atlanticae*), caractérisée par *Senecio perralderianus, Viola munbyana* var. *kabylica, Vicia ochroleucha* subsp. *atlantica, Bunium alpinum* subsp. *Mauretanicum* et *Gagea foliosa,* individualisant elle-même, en fonction des situations géographiques diverses, les sous-associations : à *Calamintha baborensis* et à *Adenocarpus complicatus* sur le Babor, à *Buxus sempervirens* sur le Tababort et à *Juniperus hemisphaerica* sur le Djurdjura (Quézel,1998).

B. Dynamique et perturbation de la végétation, spécialement des cédraies

1. Introduction

La conservation des forêts et de la végétation forestière du bassin méditerranéen constitue un problème complexe, du fait de l'hétérogénéité des situations et des multiples usages et pressions anthropiques pratiqués par les diverses entités culturelles de la Méditerranée depuis des millénaires (Quézel et Médail, 2003).

L'ensemble du Maghreb méditerranéen, majoritairement représenté par l'Algérie, est au cœur des préoccupations mondiales en matière de biologie de la conservation : richesse taxonomique avérée, fort endémisme végétal et menaces anthropiques croissantes (Vela et Benhouhou, 2007).

Dans ce contexte, les cédraies représentent un exemple typique méritant toute l'attention.

2. Dynamique de la végétation etnotion de série de végétation

Le concept de dynamique de la végétation a été mis en place par divers auteurs (Clements, Margalef, Whittaker, Ozenda…) cités par Mediouni et Yahi(1994). Ces auteurs considèrent que la végétation est en perpétuelle transformation. Le phénomène de changement de la végétation au cours du temps est désigné sous le nom de « succession ». Les modèles de successions végétales ont été élaborés initialement par Clements (1916) sous l'angle des changements qui s'opèrent dans le système écologique, depuis un état initial jusqu'au stade ultime dit « climacique » (Marage, 2004). La dynamique naturelle des groupements végétaux va généralement des structures simples vers des structures complexes (Miles, 1979).

La végétation qui se transforme est elle-même floristiquement et structurellement hétérogène et le milieu qu'elle occupe présente une mosaïque plus ou moins rapprochée de conditions différentes et répétitives, car la plupart des stades d'une succession existent simultanément dans l'espace (Bonin *et al.*,1983). La majorité des écosystèmes d'un même ensemble paysager se trouvent en effet à différents stades dynamiques formant des mosaïques de stades successionnels (Whittaker et Levin, 1977) et montrent des structures et des fonctions très diverses. Le paysage, composé d'un ensemble d'écosystèmes en interaction, est donc dynamique, la dynamique paysagère pourrait ainsi être mise en évidence et quantifiée par l'analyse de la composition et la configuration de ses éléments. En effet, chaque système écologique est caractérisé par une interdépendance de trois éléments clés : sa structure spatiale, sa composition et son fonctionnement (Borgaert et Mahamane, 2005 *in* Sedjar, 2012).

La hiérarchisation des divers faciès de végétation permet de préciser si l'évolution est progressive ou régressive (Baudière, 1974 *in* Benmouffok, 1995). En évolution progressive, elle aboutit à un équilibre harmonieux des conditions naturelles de végétation et du milieu. Cet équilibre apparaît au niveau local et stationnel dans les séries de végétation.

D'autre part, sur le plan dynamique, pour les écosystèmes forestiers méditerranéens actuels, trois ensembles majeurs sont reconnus (Barbero *et al*. 1990) :

- les ensembles forestiers *sensu stricto* constituent des structures de végétation métastables proches de la végétation potentielle et constituées d'espèces plus ou moins sciaphiles et nécessitant des sols évolués (humus de type mull) ;
- les ensembles préforestiers représentent en bioclimats perhumide, humide et subhumide des structures de végétation anthropisées, véritables stades dynamiques transitoires (ex.

pinèdes à *Pinus halepensis* ou *Pinus brutia),* tandis qu'en bioclimat semi-aride, ils constituent la végétation potentielle, le plus souvent sous forme de matorrals arborés ;

- les ensembles présteppiques sont représentés par des formations arborées clairsemées, dont le sous-bois est infiltré d'espèces à affinité steppique; c'est le cas par exemple des groupements à *Pinus halepensis* et *Juniperus phoenicea,* sur les marges sahariennes.

Les structures de végétation organisées par le cèdre peuvent appartenir à ces 3 ensembles (Yahi, 2007 ; Meddour, 2010).

3. Dynamique des structures de végétation des séries à *Cedrus atlantica*

La diversité écologique (roche-mère, climat, altitude) expliquent en partie la dynamique des cédraies (Pujos, 1967 ; Le compte, 1983). L'état des connaissances sur la situation dynamique actuelle du cèdre de l'Atlas, qui a inspiré largement de nombreux travaux anciens et récents, montre que les peuplements du cèdre algérien et marocain présentent une dégradation continue provoquée par une multitude de facteurs tant naturels qu'anthropiques.

A côté des modifications globales de leurs structures, il y a aussi des modifications susceptibles de se produire au niveau de leurs compositions floristiques conduisant à la perte nette de diversité biologique et à la banalisation de la flore (Quézel, 1999).

Le cèdre, seul ou en association avec d'autres essences, forme plusieurs séries de végétation. Les résultats obtenus dans les études relatives à l'aspect phytodynamique des cédraies permettent d'avoir une idée assez précise des séries de végétation de ce résineux.

3.1. Cas des séries de cèdre au Maroc

Au Maroc, par exemple, les séries montagnardes méditerranéennes à *Cedrus atlantica* sont caractérisées par (Benabid, 1994) :

- Sous-série mixte de sapin-cèdre de la série montagnarde de sapin: à laquelle correspond la sous-association *cedretosum* du *Paeonio maroccanae-Abietetum maroccanae.*
- Séries mésophiles de cèdre, développées dans le Rif central sur schistes et grès, et dans le Moyen Atlas central sur basaltes, à leur niveau les sols sont riches et profonds.
- Série calcicole de cèdre : cantonnée sur les calcaires du Rif occidental, où elle est représentée par son climax apparenté au *Berberido-Cedretum.*

- Séries mésoxérophiles de cèdre-chêne vert: observées dans les portions orientales du Moyen Atlas et du Haut Atlas. Au niveau de leurs climax, la strate arborescente offre deux sous-strates l'une à cèdre l'autre à chêne vert.
- Série préforestière de cèdre: cantonnée entre 2100 et 2500m dans les portions orientales du Moyen Atlas et Haut Atlas, où les conditions écologiques sont peu favorables au développement des peuplements de cèdre(Benabid,1994).

3.2. Cas des séries de cèdre en Algérie, notamment au Djurdjura

Selon Yahi (2007), le massif montagneux du Djurdjura, fortement affecté par les actions anthropiques, qui sont dues notamment au feu, au pâturage et aux coupes illicites, laissent apparaitre à l'échelle stationnelle une forte diversité des unités de végétation. Ces structures végétales appartenant à des états dynamiques différents sont liées à divers processus de dégradation, comme le montre le cas de l'aspect en mosaïquedu massif de cèdre du Tigounatine (Djurdjura méridional). Il y apparait que, ce qui correspond à une des aires potentielles de développement de la forêt de cèdre au Djurdjura, est en réalité un mélange de fragments de formations pures, mixtes à cèdre-chêne vert, taillis incendiés, structures arbustives et pelouses rocailleuses (Yahi, 2007).

Benmouffok (1994) constate également sur le versant Sud du Djurdjura, que les actions anthropiques ont eu raison de la couverture arborée ; il en résulte des formations piquetées d'essences forestières *(Cedrus atlantica - Quercus ilex),* dont les trouées se traduisent par la présence d'espèces héliophiles et xérophiles, telles que *Berberis hispanica, Asphodelus microcarpus, Ampelodesma mauritanica*, *Astragalus numidicus,* etc.(figure n° 4).

Selon Mediouni et Yahi (1994), sur le versant nord du Djurdjura (forêt d'Ait Ouabane), le long des successions, les espèces végétales apparaissent, disparaissent et se remplacent selon des vitesses d'évolution variables, leur installation et leur croissance modifient progressivement le milieu en faveur de l'arrivée et du développement du cèdre.

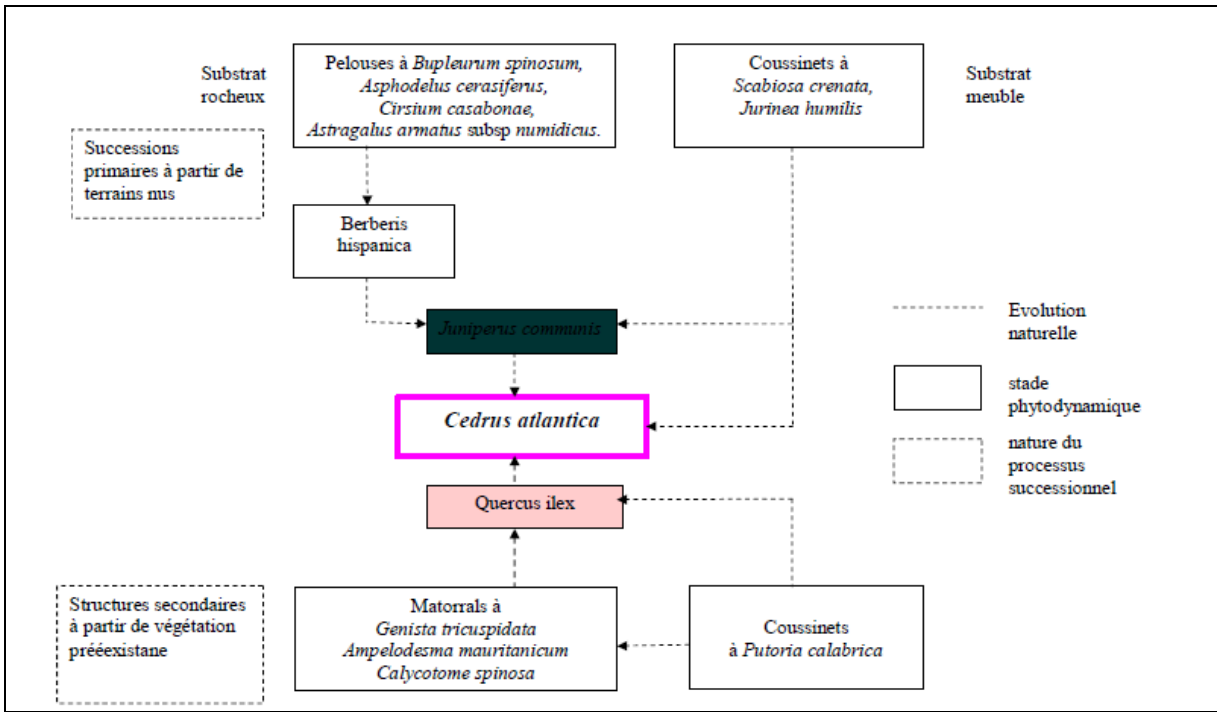


Figure n° 4 : Diagramme simplifié des successions végétales de la série de *Cedrus atlantica* au Djurdjura (Yahi, 2007)

Dans cette série du cèdre, l'intensité de la dégradation et la nature du substrat induisent deux types de successions(figure n° 5) :

- Des successions primaires rupicoles ou lithophytiques aboutissant au cèdre par l'intermédiaire de *Juniperus communis*,à partir d'un substrat nu rocheux ou meuble.
- Des successions secondaires pyrophytiques aboutissant au cèdre par l'intermédiaire de *Quercus ilex.*

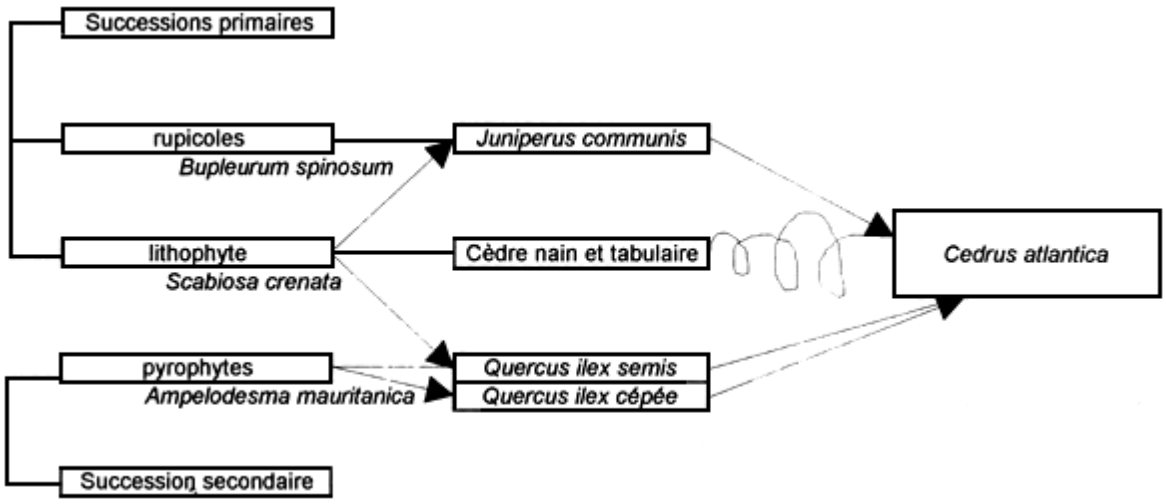


Figure n° 5 : Diagramme des successions primaires et secondaires de la série du cèdre au Djurdjura (Mediouni et Yahi, 1994)

4. Facteurs de perturbation

Dégradées par l'homme depuis la Préhistoire, la quasi-totalité des forêts méditerranéennes ne doivent plus être considérées comme des forêts "naturelles" ou à plus forte raison "originelles" (Blondel, 1995) et ceci est due aux perturbations s'exerçant à grande ou petite échelle, qui sont déterminantes dans la dynamique forestière.

Trois grands types de perturbations, qui opèrent à différentes échelles spatiotemporelles, sont distingués (Barbero *et al*, 2001):

i) *les perturbations localisées*, comme les chablis(chutes d'arbres), sont responsables des micro-hétérogénéités des peuplements.

Dans le cas d'une perturbation par un feu non violent, par la foudre, le vent et la neige qui créent des chablis, il y a altération partielle de la structure arborée et ainsi libération d'espace. Dans le cas de la cédraie, les potentialités biologiques du sol n'ayant pas été affectées, il y a réinstallation du cèdre dans les clairières créées (Yahi et Mediouni, 1999).

ii) *les perturbations induites par la faune*, notamment les grands vertébrés herbivores, ont joué un rôle déterminant, et longtemps méconnu, dans les processus de la dynamique des forêts fragmentées (exemple du singe Magot et de la cédraie).

Au Maroc comme en Algérie, le magot (*Macaca sylvanus*) et le cèdre de l'Atlas constituent deux éléments essentiels d'un même type d'écosystème ayant fonctionné en parfait équilibre depuis des centaines de milliers d'années (Benabid, 2002). Mais, depuis au moins deux décennies, la fragmentation plus grande des cédraies et l'appauvrissement de leur biodiversité entraînent d'autres dégâts, tels que l'écorçage des jeunes arbres par les singes.

iii) *les grandes perturbations abiotiques* (incendies, tempêtes, inondations), qui se déroulent ordinairement sur des pas de temps assez longs, aboutissent à des transformations plus nettes dans le paysage forestier et à de profondes discontinuités dans l'organisation des peuplements, accélérées par les impacts anthropiques accrus.

Dans le cas de la cédraie, ce type peut aboutir par divers processus d'évolution régressive (matorralisation, steppisation…) à la disparition du peuplement de cèdre (figure n° 6).

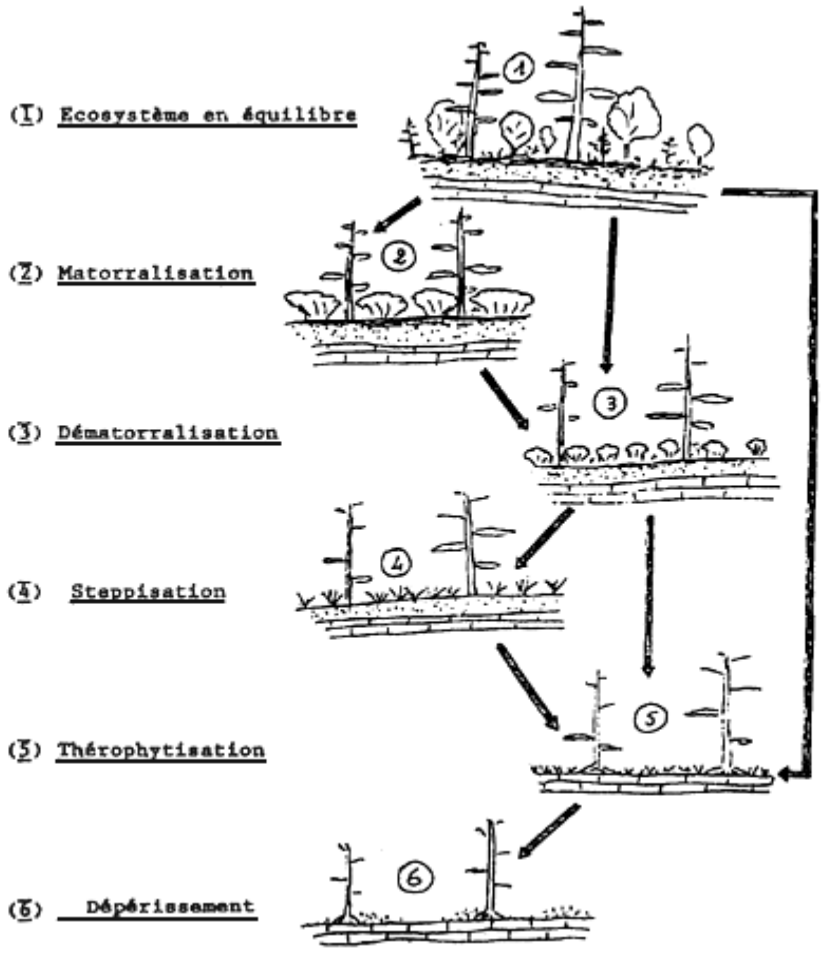


Figure n°6 : Perturbations et dégradations des cédraies au Maghreb (Benabid,1994)

Les perturbations et les dégradations subies par la cédraie sont multiples, elles sont liées à la fois à l'action humaine par le biais du surpâturage, de l'exploitation non contrôlée, des coupes illicites, aux aléas climatiques (sécheresse, stress hydrique, influences sahariennes) et enfin à la nature de certains types de substrats, comme les marnes, qui paraissent très nettement défavorables à la reprise des arbres (Bentouati, 2008).

Par exemple, Moukouri (2006) a montré que le stress hydrique est un facteur limitant, non seulement de la croissance du cèdre, mais aussi de la survie des jeunes plantules. D'autres facteurs d'affaiblissement interviennent, tels que les insectes défoliateurs (*Thaumeto paeabonjeani*) et les champignons comme l'Armillaire (*Armillari amila*), qui est fréquemment observée sur les arbres, dont la vitalité a diminué ou sur des arbres déjà morts.

La charge pastorale et la pression sur la forêt de cèdre, pour la mise en culture, ainsi que pour alimenter le bétail et satisfaire les besoins domestiques (Poupon, 1980), sont devenus très supérieures aux possibilités des milieux forestiers (Rameau, 1999).

En outre, la résilience du cèdre (aptitude à s'auto-renouveler) qui tourne aux alentours de 40-50 ans (Barbero *et al*. 1990) et la capacité d'adaptation des cédraies vis-à-vis des perturbations peuvent expliquer la fragilité de cet écosystème montagnard face à tout impact direct ou indirect.

Ces perturbations et contraintes tant naturelles que d'ordre anthropiques conduisent souvent au dépérissement des peuplements de cèdre (figure n° 7).

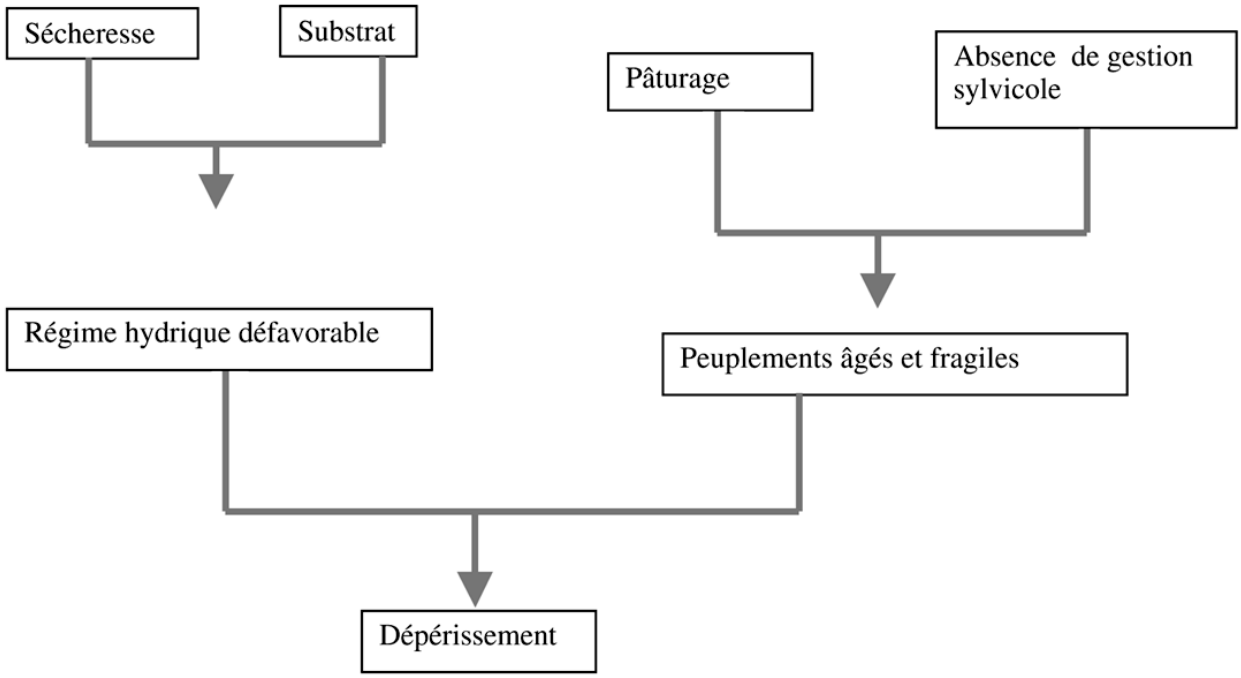


Figure n° 7 : Facteurs de perturbation et de dépérissement du cèdre (Bentouati 2008)

Le dépérissement a en effet affecté la majorité des cédraies algériennes, mais avec des degrés variables, aussi bien par le passé que de nos jours. D'après Boudy (1950), 1 500 ha de vieille futaie était déjà en régression sur le versant sud du Djurdjura et 500 ha sur le versant nord, en très mauvais état également, tandis que la cédraie de Theniet El Had, aux arbres de tous âges, mélangés avec le chêne vert et le chêne zeen, était en bon état. Mais, actuellement, le déclin a pris une grande ampleur en touchant pratiquement tous les peuplements de cèdre dans les Aurès et plus précisément dans le massif de Bélezma (Bentouati, 2008).

Toutefois, ce dépérissement des arbres forestiers est un phénomène complexe, dont les facteurs responsables peuvent être très diversifiés et non aisément identifiables et hiérarchisables, les causes du dépérissement résident dans l'action individuelle ou combinée de nombreux facteurs biotiques et abiotiques (Fabre *et al.* 1999).

Même si plusieurs hypothèses sont avancées quant au dépérissement du cèdre au Maghreb (changements climatiques, attaques d'insectes parasites, champignons, activités humaines), le problème demeure complexe et nécessite une approche multidisciplinaire (climatologie, phytoécologie, phytopathologie, écophysiologie, génétique) (Yahi *et al*. 2008).

5. Conclusion

Les écosystèmes forestiers sont composés de groupements végétaux, où les arbres, espèces «clef de voûte» (Paine, 1966 et 1969 ; Mills *et al.* 1993; Simberloff, 1998; Bond, 2001), jouent un rôle de premier plan. Ces écosystèmes forestiers constituent une composante majeure de la biodiversité et, à ce titre, ont une valeur intrinsèque, fournissent des services écologiques et sont un réservoir de diversité (Blondel, 1999 ; Dupouey & Bodin, 2007). Ils sont déterminés par trois ensembles de facteurs écologiques : bioclimatiques, topo-édapho-géomorphologiques et anthropozoïques. Leur composition floristique dépend des facteurs stationnels auxquels ils sont soumis, mais elle varie également avec le degré de maturation dynamique de la végétation.

Les forêts de cèdre constituent des réservoirs importants de diversité génétique, spécifique, paysagère et fonctionnelle (Quézel *et al.*, 1999 ; Barbero *et al.*, 2001). La conservation de ces peuplements emblématiques d'Afrique du Nord doit s'inscrire dans une optique de gestion durable bien réfléchie à différents niveaux écosystémiques et géographiques, de façon urgente (Quézel & Médail, 2003). Elle demande par conséquent des actions de prévention et de gestion adaptées, où l'écologie joue un rôle de premier plan (Rameau, 1999).

La gestion des divers stades dynamiques des systèmes forestiers à cèdre nécessite de considérer non seulement les communautés et espèces purement forestières, mais aussi celles associées aux clairières et lisières (Quézel *et al*., 1999 ; Quézel & Médail, 2003). Il s'agit des espèces qui jouent un rôle important dans les stades pionniers et intermédiaires de remontée biologique des cédraies, tels que *Berberis hispanica*, *Cotoneaster racemiflora*, *Crataegus laciniata*, *Daphne laureola* var. *latifolia*.

Ainsi, dans les cédraies dégradées ou hyper-dégradées, selon Rhanem (2010), la réhabilitation peut consister à engager la régénération naturelle en essences pionnières natives ou à reboiser artificiellement le chêne vert, afin de restaurer le milieu favorable à la

germination naturelle des graines du cèdre ou encore à planter directement des jeunes plantules de cèdre.

L'enjeu de la restauration s'inscrit dans la logique contemporaine du développement durable et doit s'appuyer sur une connaissance fine des processus écologiques, mais aussi sociaux, qui déterminent la production des milieux et la variabilité de leurs caractères (Clewel et Aronson, 2006). Il paraît en effet de plus en plus clair que l'écologie de la restauration représente une interface importante entre l'écologie de la conservation et le développement durable.

Chapitre II
Materiels et méthodes

Chapitre II : Matériels et méthodes

A. La zone d'étude

1. Situation géographique

Le site de Tikjda se situe sur le versant sud du Djurdjura Central, au sein du parc national du Djurdjura (figure n° 8). Ses coordonnées Lambert sont X : de 625 à 629 km et Y : de 347 à 352km.

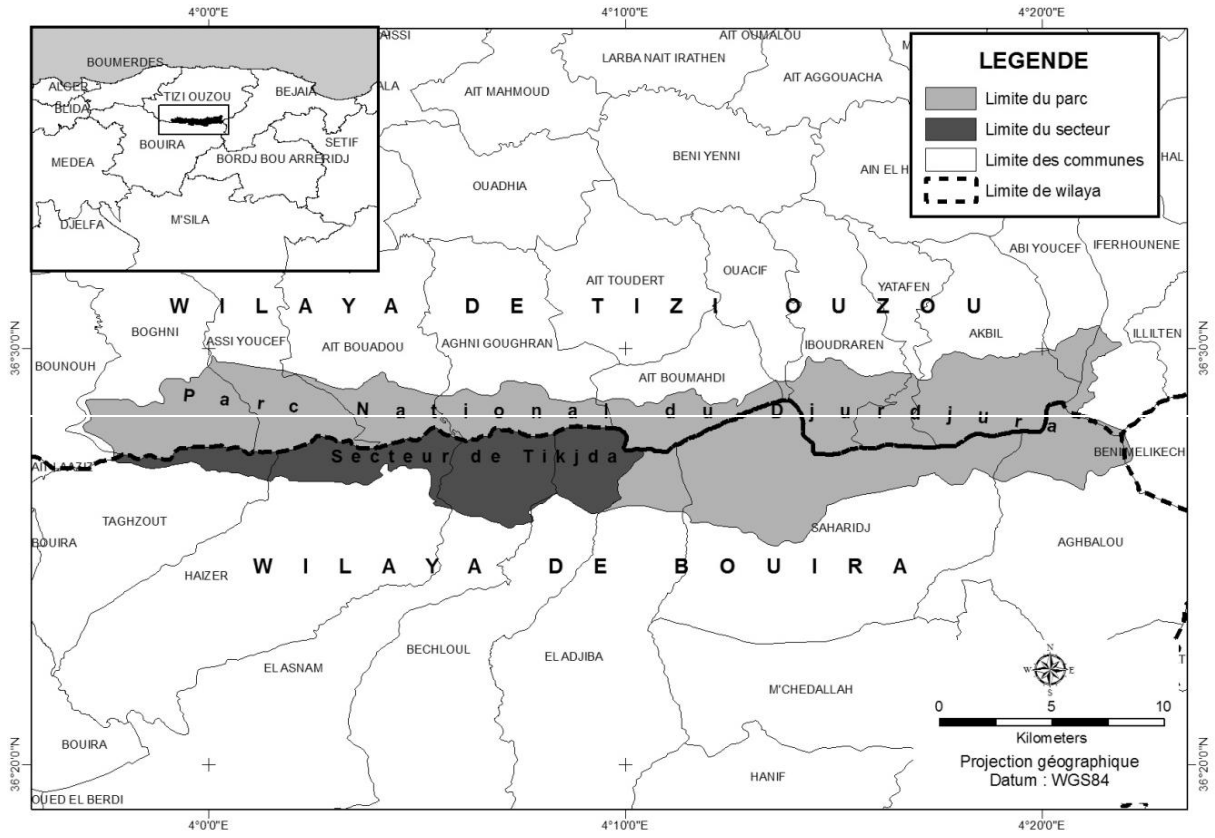


Figure n° 8 : Carte de localisation du site de Tikjda (Parc national du Djurdjura) (PND, 2014)

2. Milieu physique

Caractérisé par un relief très accidenté sur le versant nord, comparativement au versant sud, le Djurdjura échelonne de nombreuses crêtes rocheuses dépassant 2000 m d'altitude (Dubuis et Faurel, 1949). Ce caractère fait du Djurdjura le site d'une flore montagnarde diversifiée et caractéristique.

2.1. Géologie

Le Djurdjura est une chaîne de montagnes qui s'est formée lors du plissement alpin (ou orogenèse alpine).Elle représente la couverture sédimentaire fortement plissée et fracturée du massif métamorphique de Grande Kabylie (Flandrin, 1952). L'assise géologique du Djurdjura central appartient aux formations des ères secondaires et tertiaires. Le massif de Tigounatine est représenté par du calcaire dolomitique du Lias inférieur, alors que le massif de Tikjda comporte des grès rouges du Trias (Flandrin, 1952) (figure n° 9).

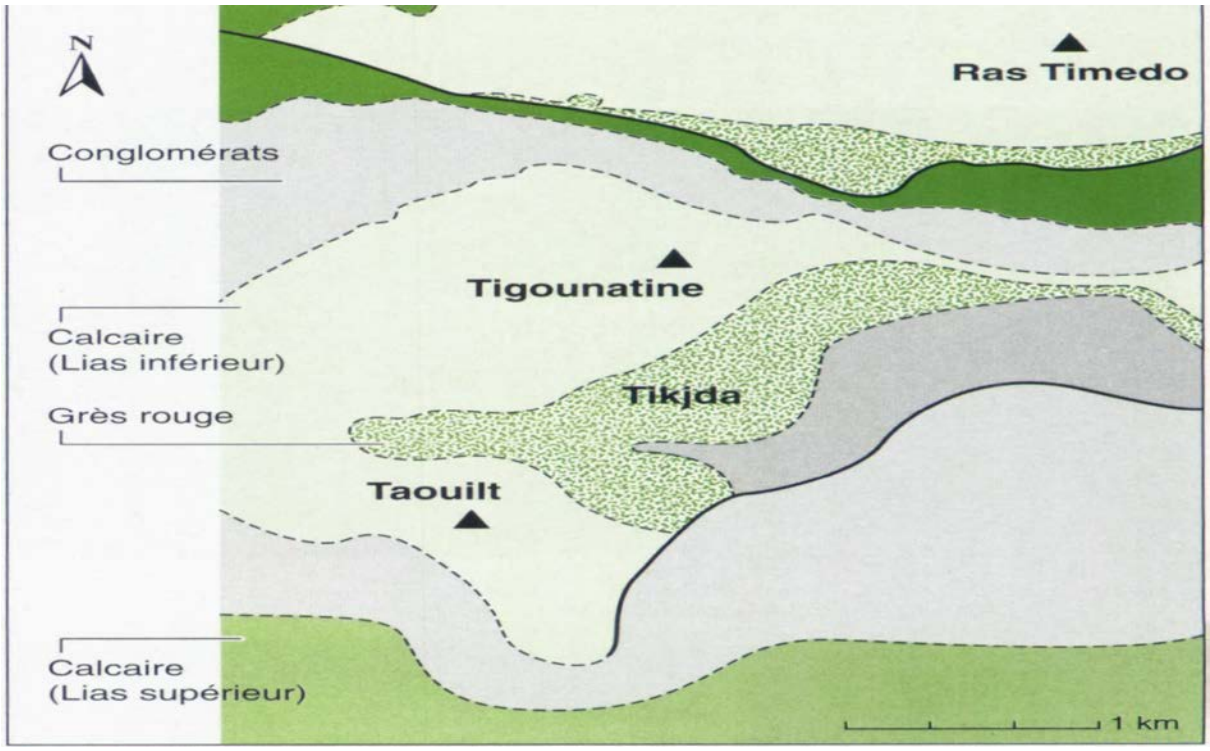


Figure n°9 : Carte géologique du site d'étude au Djurdjura, Algérie (Flandrin, 1952 *in* Benmouffok, 1993)

2.2. Pédologie

D'après Benmouffok (1993), les deux stations de Tigounatine et Tikjda sont situées sur deux types de substrats géologiques différents, avec des expositions de versants contrastées. Les sols développés dans la zone de Tigounatine appartiennent à la classe des sols calcimagnésiques, et ceux de Tikjda à la catégorie des sols gréseux.

L'étude menée par Hadouchi et Mecheri (1994), sur les profils pédologiques au niveau du versant Sud du Djurdjura, montre aussi que les sols au Tigounatine, au Taouielt et au Rocher du Pigeon sont calcaires, et gréseux à Tikjda.

2.3.Hydrologie et hydrographie

Sur le plan hydrologique, Abdesselam (1995) constate que le Djurdjura est constitué d'affleurements carbonatés karstiques bien arrosés, où se développent d'importants aquifères, qui font de ce massif un énorme réservoir d'eau. En plus de l'apport des précipitations, il possède dans ses zones karstiques des eaux souterraines.

Quant à l'hydrographie, Abdesselam (1995) note que le Djurdjura est caractérisé par un réseau hydrographique très dense. Il est formé par une multitude de cours d'eau, allant de simples ruisseaux aux grands oueds coulant dans toutes les directions.

Les pluies y sont essentiellement torrentielles, l'écoulement est dévastateur avec des chutes d'eau en cascades et des débits élevés. Cependant, ce régime est limité aux périodes pluvieuses. En été, il est à sec pratiquement partout. Les sources soutiennent l'étiage, mais souvent sur de petites distances (Abdesselam, 1987).

3. La végétation

Les différentes formations végétales du Djurdjura ont été décrites par plusieurs auteurs (Lapie, 1909 ; Maire, 1926 ; Quézel, 1956, 1957 ; Quézel et Barbero, 1989). Menard & Vallet (1988) ont reconnu cinq types de végétation dans la zone de Tikjda (figure n° 10) :

- Forêt de cèdre (*Cedrus atlantica*)
- Taillis de chêne vert (*Quercus rotundifolia*)
- Matorral haut de cèdre et de chêne vert
- Formation arbustive
- Pelouse à chaméphytes

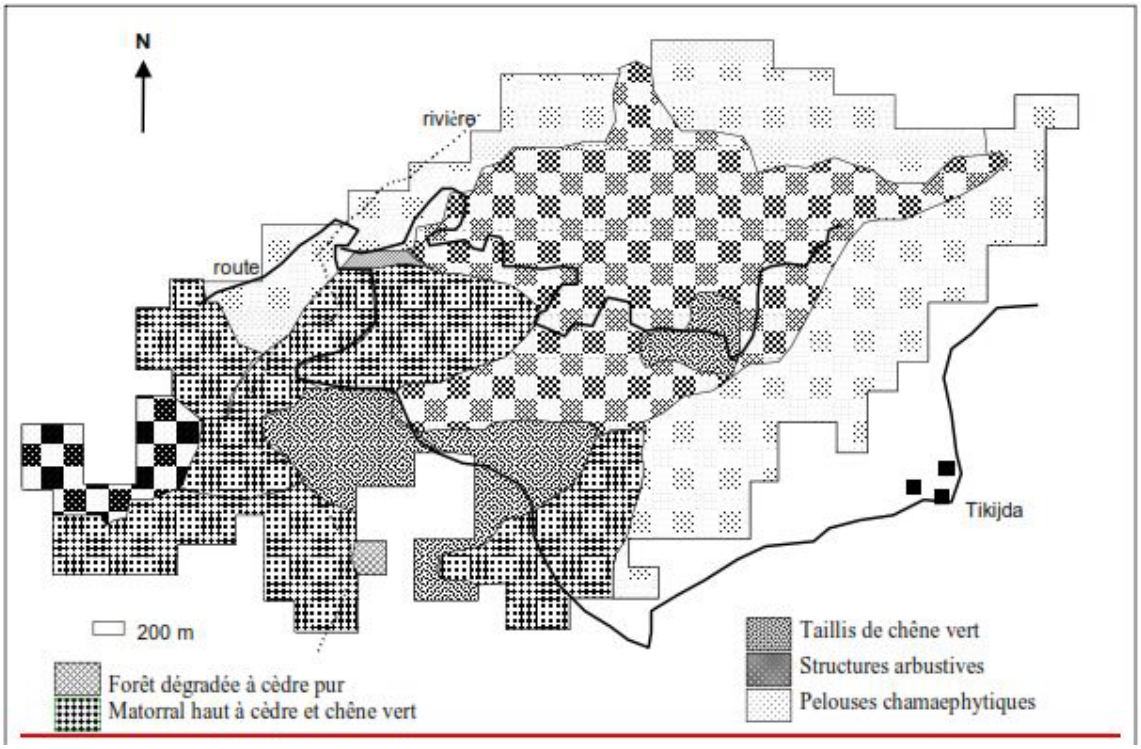


Figure n° 10 : Carte des formations végétales de Tikjda (Ménard & Vallet, 1988, modifiée Yahi, 2007)

4. Les incendies dans le Parc National du Djurdjura

Plusieurs incendies ont touché le Parc National de Djurdjura (tableau n° 1), et plus spécialement la zone méridionale de Tikjda. Si les superficies brûlées ne sont pas énormes (912 ha en 10 ans), par contre la fréquence des feux est très importante (146 feux en 10 ans) pour des forêts incluses dans une aire protégée.

Tableau n° 1 : Importance des nombres de feux et des surfaces brûlées dans le Parc national du Djurdjura (période 2000-2009)

Nombre total de feux	Surface brûlée en forêt (Ha)	Surface brûlée hors forêt (Ha)	Surface brûlée totale (Ha)
146	367,58	544,85	912,43

D'autre part, l'analyse de l'importance des feux selon les formations végétales au sein du PND montre que 2/3 (66,7 %) des surfaces brûlées durant cette décennie concerne les formations non forestières (broussailles et dissaie) (tableau n° 2, figure n° 11). Si les pâturages prennent de plus en plus d'extension territoriale au Djurdjura, c'est au moyen de

feux pastoraux provoqués délibérément dans les formations broussailleuses et les dissaies. En effet, pour permettre au Diss (*Ampelodesma mauritanica*), dont les bovins se nourrissent, de pousser en abondance, les bergers y mettent fréquemment le feu et sont assez souvent à l'origine des incendies des forêts avoisinantes (cédraie, chênaie verte).

Tableau n° 2 : Importance des surfaces brûlées selon les formations végétales dans le Parc National du Djurdjura (période 2000-2009)

Cédraie		Chênaie verte		Broussailles		Dissaie		Surface brûlée totale (Ha)	
Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%
53,4	5,5	266,89	27,7	315,92	32,8	327,26	33,9	963,47	100

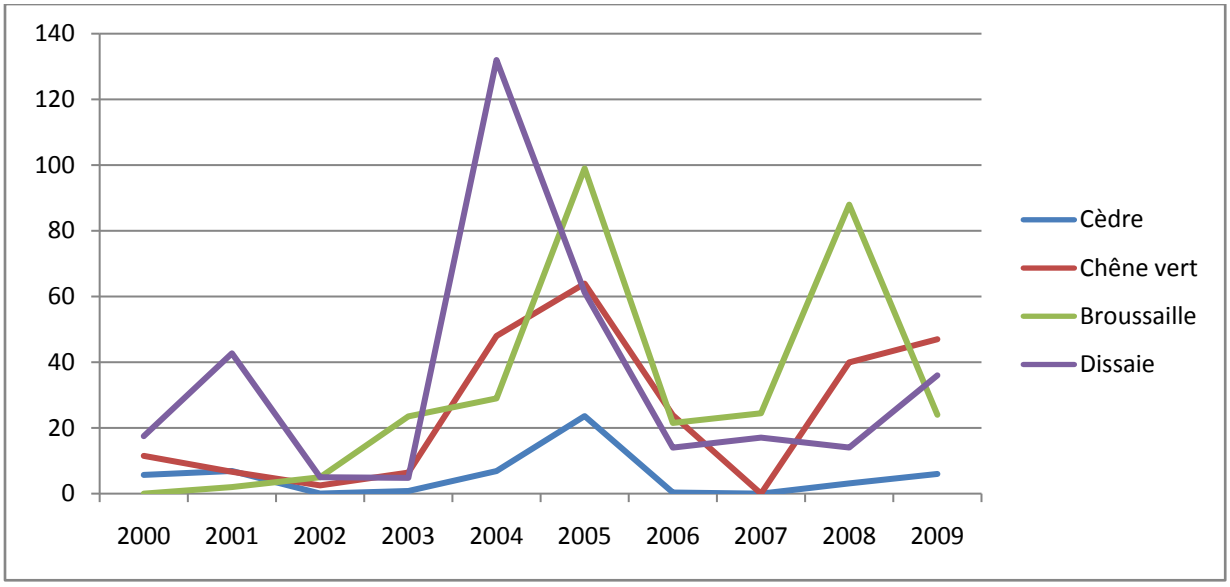


Figure n° 11 : Importance des nombres de feux et des surfaces brûlées selon les années dans le Parc National du Djurdjura (période 2000-2009).

5. Climat de la zone d'étude

Le climat représente un des facteurs du milieu les plus importants (Braque, 1988). En effet, il est utile de connaitre les quantités des précipitations, les températures, les différents facteurs climatiques (gelée, neige, vent) et la durée de la saison sèche, pour avoir une idée précise sur le climat de la région.

L'absence d'une station météorologique au sein du parc, nous a obligés à recourir à des extrapolations des données à partir des stations voisines. Dans notre cas et afin de caractériser le climat de notre région d'étude, on a utilisé les données climatiques de la station de Bouira, localisée sur le même versant, à 555 m d'altitude, pour une période de 20 ans (1990 à 2009).

5.1. Précipitations

5.1.1. Précipitations moyennes mensuelles

Selon Meddour (2010), le gradient altitudinal des précipitations est de 64mm par 100m d'altitude, au-delà de 1 000m d'altitude, pour le versant sud du Djurdjura.

La différence altitudinale entre la station de Bouira (555m) et celle de Tikjda (1500m) est de 945m. La valeur estimée de la pluviométrie annuelle pour la station de Tikjda est de 1119,5 mm. Janvier est le mois le plus pluvieux avec175,47 mm, tandis que le mois le moins pluvieux est Juillet avec 10,41 mm (tableau n° 3).

Tableau n° 3 : Estimation des précipitations moyennes mensuelles de la station de Tikjda (en mm)(période 1990-2009)

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc.	Moy.
P (mm)	175,47	98,86	109,23	114,27	94,69	22,50	10,41	25,34	84,58	83,65	130,63	169,85	1119,5

5.1.2. Régime pluviométrique saisonnier

Le calcul des taux de pluies de chaque saison de l'année permet de déterminer la répartition saisonnière des précipitations et de mettre en évidence le régime pluviométrique saisonnier.

Le tableau n° 4, montre que la saison hivernale est la plus arrosée (40 % du total annuel). L'automne (27 %) est presque aussi pluvieux que le printemps (28 %). Quant à la saison estivale, elle est caractérisée par la rareté des précipitations (5%).

Le régime pluviométrique saisonnier dans la région de Tikjda est donc de type **HPAE.**

Tableau n°4 : Régime saisonnier pour la station de Tikjda

Saisons	Précipitations saisonnières		Régime saisonnier
	mm	%	
Automne	298,86	27	A
Hiver	444,18	40	H
Printemps	318,18	28	P
Eté	58,25	5	E
Total	1119,47	100%	**HPAE**

5.2. Températures

Nous avons procédé à l'extrapolation des températures minimales et maximales à partir des données thermiques de la station de Bouira. Selon Meddour (2010), il y a une réduction de 0,41°C par 100m d'élévation altitudinale pour la moyenne des températures minimales et de 0,78°C par 100m d'élévation altitudinale pour la moyenne des maximales.

5.2.1. Températures moyennes mensuelles

L'examen du tableau n°5 et de la figure n° 12 montrent que les mois les plus froids sont Décembre, Janvier et Février avec des températures minimales inférieures à 2 °C. Les mois les plus chauds sont Juin, Juillet et Août avec des températures maximales allant de 24 à 27°C. Il ressort aussi que pendant 6mois (Novembre à Avril), la température moyenne mensuelle est inférieure à la température moyenne annuelle (11,51 °C). Ceci divise l'année en deux saisons distinctes : une saison froide et une saison chaude.

Tableau n° 5 : Estimation des températures moyennes mensuelles (°C) pour la station de Tikjda(1500 m), (période 1990-2009)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec	Moy.
m	**0,09**	0,35	2,35	4,11	8,37	12,84	15,89	16,20	13,09	9,39	4,27	1,28	7.35
M	5,52	6,85	9,97	12,35	17,75	24,04	**27,90**	27,76	22,33	17,07	10,26	6,23	15,67
M+m/ 2	2,80	3,60	6,16	8,23	13,06	18,44	21,90	21,98	17,71	13,23	7,26	3,76	**11,51**
M-m	5,43	6,50	7,62	8,23	9,38	11,20	12,01	11,57	9,24	7,68	5,99	4,95	8,31

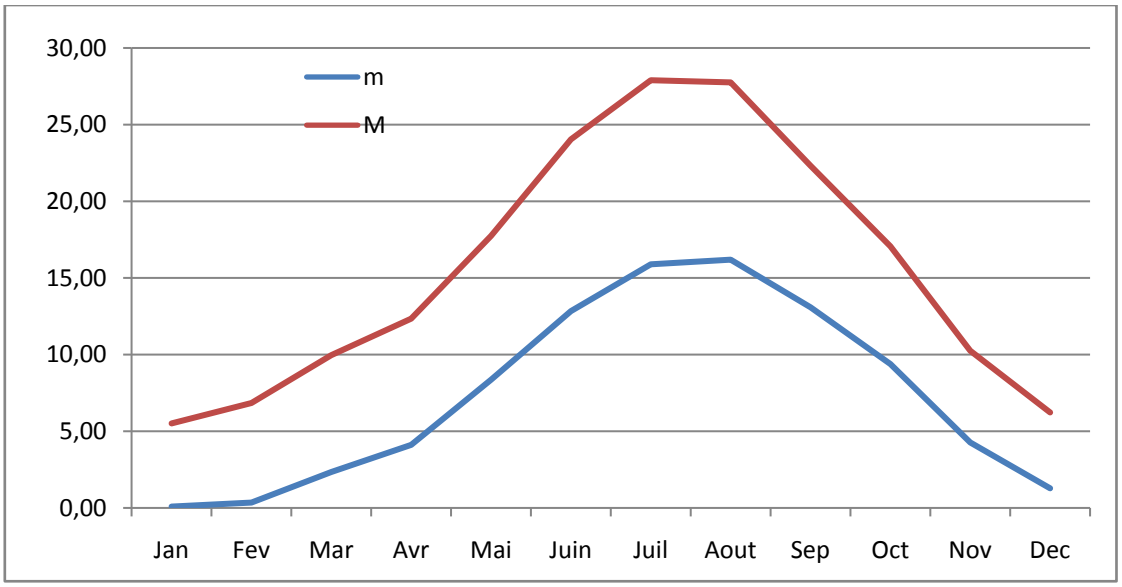


Figure n° 12: variation mensuelle des températures à Tikjda.

5.2.2. Amplitude thermique annuelle

Pour situer notre zone d'étude du point de vue de la continentalité thermique, nous avons calculé l'amplitude thermique annuelle extrême, celle-ci exprime aussi l'humidité atmosphérique et l'intensité de l'évaporation. Selon Emberger (1971), elle est égale à l'écart entre la température moyenne maximale du mois le plus chaud et la température moyenne minimale du mois le plus froid.

Pour la station de Tikjda, l'amplitude thermique annuelle extrême est de 27,81° C. Selon la classification de Debrach(1953 *in* M'hirit, 1982), notre zone d'étude correspond au climat de type semi-continental (25°C <M-m< 35°C).

5.3.Diagramme ombrothermique de Bagnouls & Gaussen

Selon Bagnouls & Gaussen(1953), un mois sec est celui où le total des précipitations (mm) est inférieur ou égal au double de la température (°C), soit P≤2T.

Le diagramme réalisé pour la station de Tikjda montre que la période sèche s'étale sur une période de trois mois, du mois de Juin jusqu'au mois d'Août (figure n°13). Meddour(2010) signale qu'au-delà de cette altitude (> 1 500m), la période de sécheresse serait de moins de 3 mois.

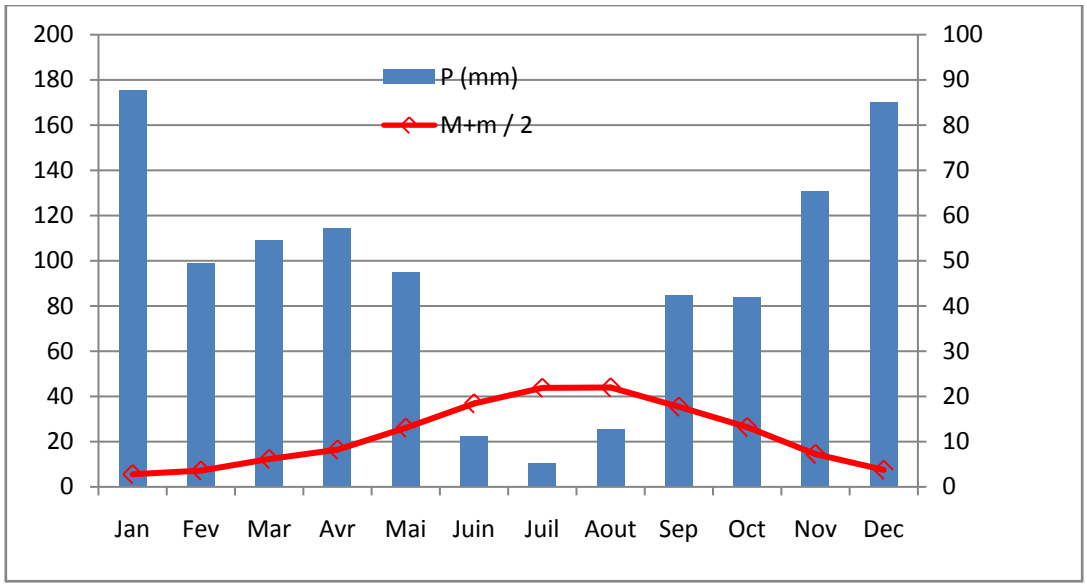


Figure n° 13: Diagramme Ombrothermique de Bagnouls & Gaussen pour la station de Tikjda.

5.4.Quotient pluviothermique d'Emberger

Pour caractériser un climat, Emberger(1952), a établi un quotient pluviothermique, simplifié par Stewart (1969 *in* Meddour, 2010), dont l'expression est la suivante :

$$Q_3 = 3{,}43 \cdot P / (M - m)$$

P: Précipitations moyenne annuelles en mm (=1119,5 mm)

M : Moyenne des maxima du mois le plus chaud (= 27,90 °C)

m: Moyenne des minima du mois le plus froid (= 0,09 °C)

Pour la région de Tikjda, la valeur du Q_3 est de **138.** En reportant les valeurs de Q_3 et de **m** sur le climagramme d'Emberger, nous remarquons que Tikjda est située dans l'étage bioclimatique humide à hiver frais (figure n° 14).

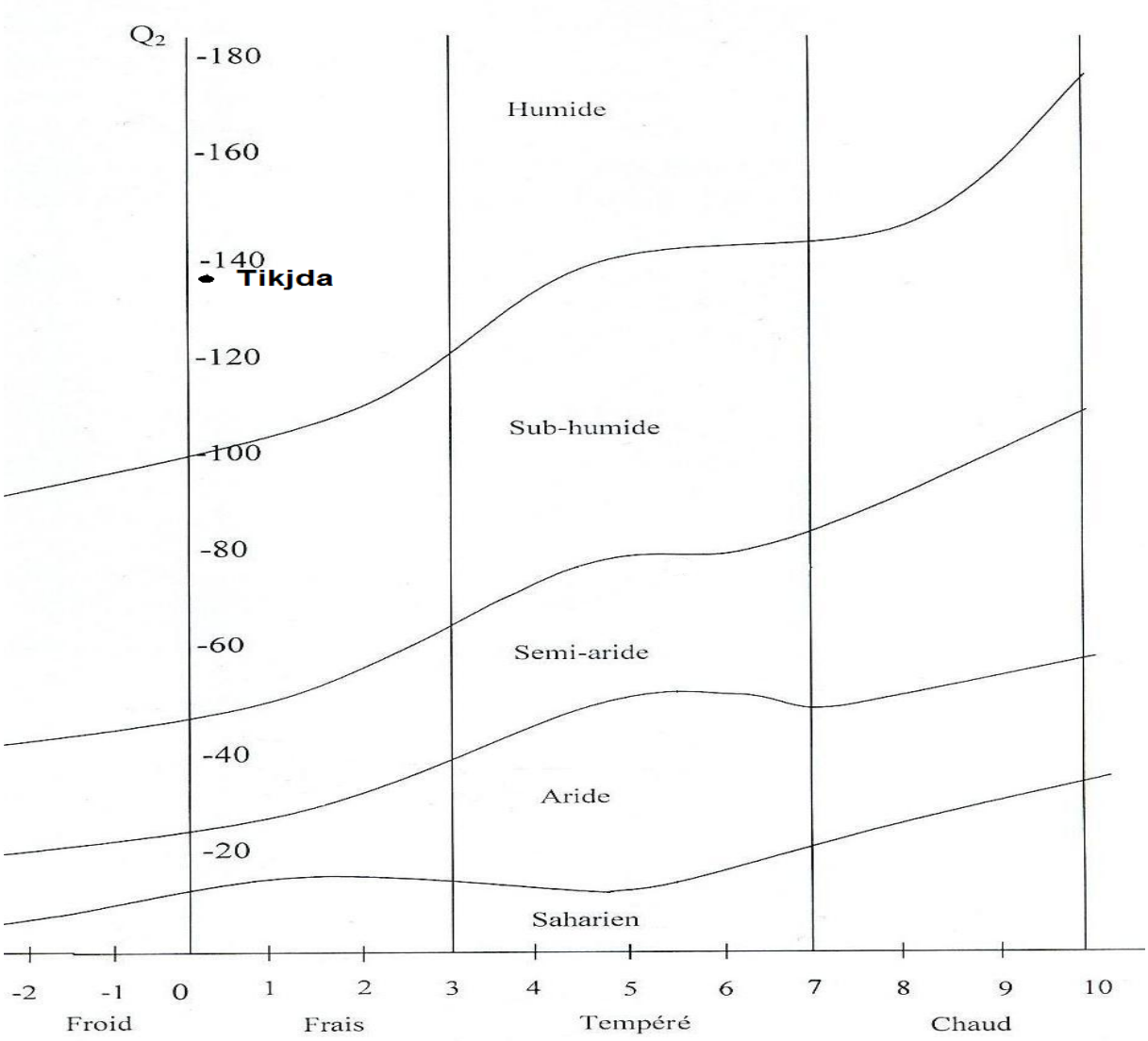


Figure n° 14: Situation bioclimatique de la station de Tikjda sur le climagramme d'Emberger.

5.5.Autres facteurs climatiques

5.5.1. La neige

Selon Chalabi (1980), la neige tombe en moyenne 15 jours par an à Tikjda, et la nivosité y est de 20 à 30 jours. Derridj (1990) a signalé que la durée d'enneigement sur les sommets du Djurdjura est de 4 mois et plus.

5.5.2. L'humidité de l'air

L'humidité relative constitue par ses écarts brutaux, l'un des caractères climatiques les plus importants des montagnes de l'Afrique du Nord (Quézel, 1957). Le versant Sud du Djurdjura reçoit des masses d'air froides ou chaudes, mais souvent sèches et l'humidité relative de l'air est toute l'année inférieure à 50 % (Abdesselam, 1995).

5.5.3. Le vent

D'après Technoexportstroy (1970), la vitesse moyenne annuelle du vent varie de 1,3 à 3m/s. sur les crêtes sommitales, cette vitesse dépasse 20 m/s, et les mois de printemps sont les plus venteux. La direction du vent dominant en altitude est celle de l'Ouest dans 30 à 35% des cas durant les divers mois de l'année.

Le sirocco, ce vent chaud et sec, est fréquent en été, sa fréquence, variant de 40 à 60 jours par an, induit une baisse considérable de l'humidité de l'air (Lapie, 1909).

5.5.4. Le gel et la grêle

Engendré par un abaissement brutal et excessif de la température, le gel a un effet négatif sur le développement et la croissance des végétaux. La période de gel à Tikjda est de 115 à 145 jours par an (Boutemine, 1987).

Le nombre de jours de grêle au Djurdjura dépasse 06 jours/an (Abdesselam, 1995). Ses effets sont néfastes pour la végétation, elle détruit les bourgeons et les fleurs.

B. Méthodes d'étude

La description de la végétation est abordée selon les deux méthodes d'études les plus couramment utilisées en écologie végétale : la *méthode physionomique et structurale,* dont l'objet est la définition des types de végétation, et la *méthode phytosociologique* qui consiste en la définition et la caractérisation des groupements végétaux (Gounot, 1969).

1. Etude floristique et phytosociologique

1.1. Objectifs du travail

L'analyse de la diversité floristique et l'étude phytodynamique de la formation végétale du cèdre de l'Atlas de la région d'étude (zone de Tikjda) est abordée par la méthode phytosociologique (Meddour, 2010, 2011).

L'approche phytosociologique classique, basée surtout sur des données floristiques et sommairement écologiques, vise plusieurs objectifs suivant divers niveaux de perception:

- analyser la diversité floristique (systématique, biologique et biogéographique) du cortège floristique de la cédraie de la zone d'étude,
- mettre en évidence, par l'analyse factorielle des correspondances, des groupements végétaux potentiels de la cédraie,
- mettre en évidence et hiérarchiser les principaux facteurs écologiques et/ou anthropiques, caractérisant ces groupements végétaux potentiels.
- comprendre le comportement dynamique du cèdre vis-à-vis des principales essences forestières concurrentes.

1.2.Méthodologie de l'approche phytosociologique

La phytosociologie sigmatiste repose sur le postulat suivant : l'espèce végétale, et mieux encore l'association végétale, sont considérées comme les meilleurs intégrateurs de tous les facteurs écologiques (climatiques, édaphiques, biotiques et anthropiques) responsables de la répartition de la végétation (Béguin *et al.,* 1979 *in* Meddour, 2011).

L'analyse des groupements végétaux du territoire considéré, basée sur la réalisation de relevés floristiques, a été conduite selon les principes de la méthode sigmatiste (Guinochet, 1973 ; Meddour, 2011) et par l'utilisation de techniques numériques multivariées (Analyse Factorielle des Correspondances).

1.2.1. Réalisation des relevés

Cette première étape décisive consiste en la prise de relevés de végétation sur le terrain. C'est un travail assez délicat, exigeant quelques pratiques et certaines précautions élémentaires (Guinochet, 1955 *in* Meddour, 2011). Un relevé bien fait doit donner une image

aussi fidèle que possible de la communauté végétale, telle qu'elle se présente sur le terrain (Delpech, 2006).

On s'est donc basé sur un certain nombre de critères pour le choix de l'emplacement des relevés phytosociologiques, comme l'homogénéité floristique et physionomique.

1.2.2. Collecte des données et échantillonnage

Pour la réalisation de nos relevés, on a tenu compte de la période de développement optimale de la flore et de la végétation dans notre zone d'étude, soit particulièrement la période de floraison allant du mois de mai au mois de juin, sur le versant méridional du Djurdjura (zone de Tikjda).

L'échantillonnage adopté dans le travail phytosociologique est du type «subjectif», il convient aux contraintes rencontrées sur le terrain, tel que le relief accidenté de la zone d'étude. Selon Gounot (1969), l'échantillonnage subjectif est le plus simple, il consiste à choisir des emplacements qui paraissent homogènes et représentatifs, où seront réalisés les relevés. Ce choix se fait essentiellement selon l'expérience déjà acquise sur le terrain après son exploration, c'est donc une méthode de reconnaissance qualitative rapide.

Les relevés floristiques sont exécutés sur des placettes de 100 à 200 m², surface minimale suffisante pour les relevés des groupements forestiers (Ozenda, 1982).

Au total, dix (10) sorties ont été effectué sur une période allant du début du mois de Mai jusqu'à la fin du mois de Juin de l'année 2014 durant la période de floraison.

Le travail d'échantillonnage a été réparti sur le terrain au niveau des 5 sites ou « fragments forestiers »[1], qui subsistent après les incendies des deux dernières décennies. Ce sont au total 90 relevés floristiques qui ont été réalisés, sur une amplitude altitudinale de 500 m (de 1300 à 1800m environ), distribués comme suit sur ces sites (tableau n°6 et figure n°15).

[1]La *fragmentation forestière* désigne le phénomène qui se produit lorsque des forêts sont morcelées en parcelles plus petites et plus ou moins isolées, appelées *fragments* ou *patchs* ou *vestiges* de forêt (http://fr.wikipedia.org/wiki/Fragmentation_forestière).

Tableau n° 6 : Nombre de relevés floristiques en fonction des divers sites de la zone d'étude

Site	Nom du site (point culminant)	Nombre de relevés
1	Tigounatine Nord/El Kef (1877 m)	36
2	Rocher du pigeon ou Tighzert (1514 m)	21
3	TighiltTabount ou Grand Huit (1444 m)	12
4	Taouielt Nord (1730 m)	12
5	Taouielt Est (1730 m)	09

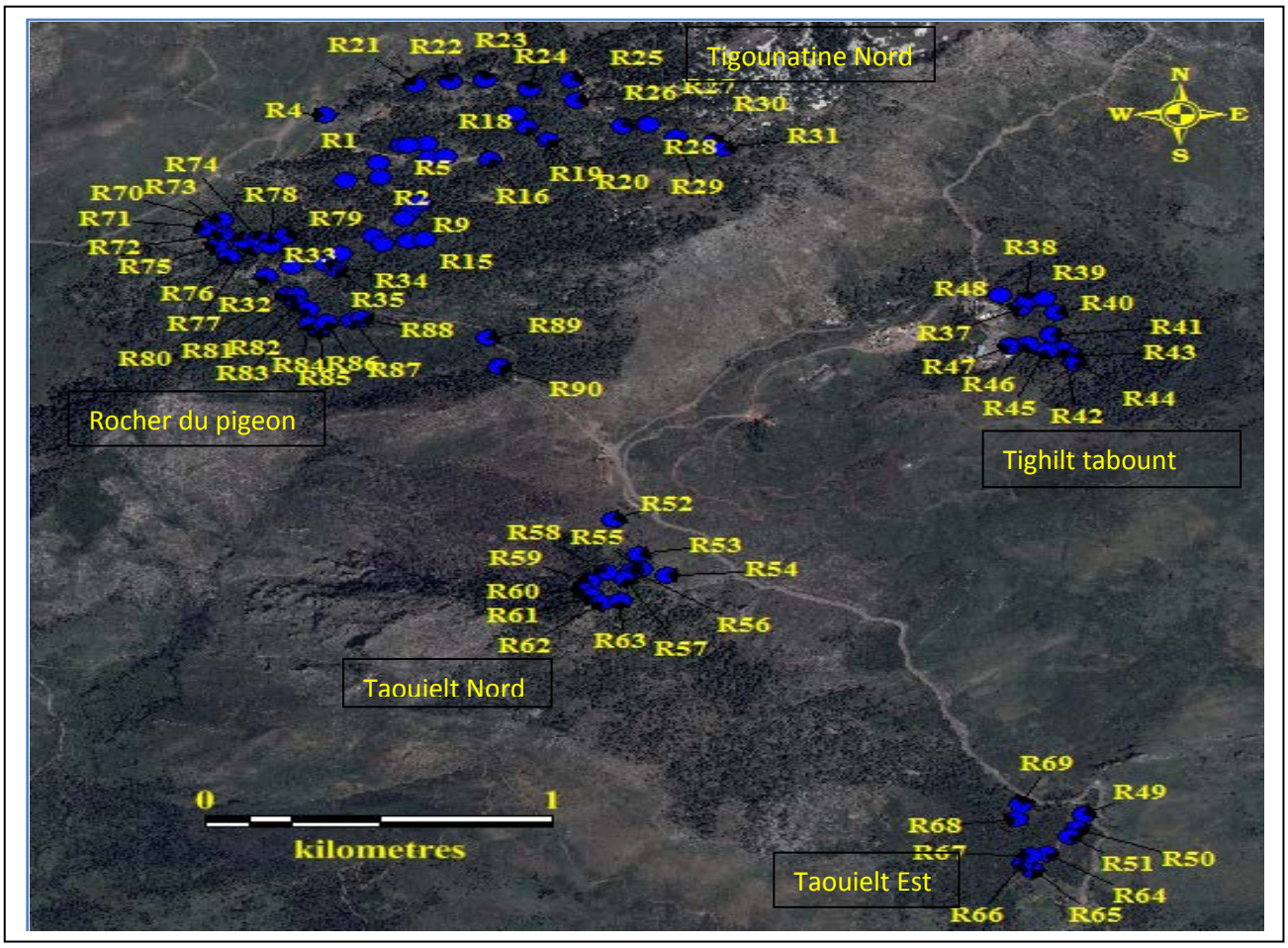


Figure n° 15 : Carte de localisation des relevés floristiques réalisés dans la zone de Tikjda (Source : photo prise en février 2015 sur Google Earth).

Au cours de la réalisation du relevé, nous décrivons les conditions stationnelles par la mesure et l'estimation des variables écologiques habituelles (pente, altitude, exposition …) et anthropiques (pâturage, traces d'incendies, coupes …) relatifs à la structure de végétation échantillonnée, et relevons la totalité des espèces végétales rencontrées au niveau des trois strates présentes (arborée, arbustive, herbacée).

Nous avons attribué à chacune d'elle son indice d'abondance-dominance selon l'échelle de Braun- Blanquet (1952) comme suit :

+ : 1 seul individu ou très peu abondant

1 : Quelques individus et recouvrement faible (< 5 %)

2 : Très abondant ou recouvrement : 5 – 25%

3 : Recouvrement compris entre25 – 50%

4 : Recouvrement compris entre50 -75%

5 : Recouvrement compris entre75 – 100%

1.2.3. Méthode des tableaux phytosociologiques

Le traitement des relevés phytosociologiques, établis en nombre suffisant, se traduit par la réalisation de tableaux à double entrée, dont les lignes sont consacrées aux espèces, les colonnes aux relevés, les intersections aux coefficients d'abondance-dominance (Guinochet, 1973 ; Géhu et Rivas-Martinez, 1981). Les relevés phytosociologiques sont ensuite comparés à l'aide de ces tableaux phytosociologiques, qui permettront de mettre en évidence les différents groupements végétaux que nous avons rencontrés dans notre zone d'étude et leur signification dynamique. D'autre part, on attribue à chaque espèce végétale inventoriée et correctement identifiée sur le plan taxonomique, en se basant sur la flore de Quézel et Santa (1962-1963), sa position systématique(famille), le type biologique de Raunkiaer et le type biogéographique, qui permettent de faire une analyse de la diversité de la flore de la cédraie de Tikjda, sur ces divers aspects ou traits de la biodiversité.

1.2.4. Etude de la végétation par l'analyse factorielle des correspondances

L'analyse factorielle des correspondances (AFC) est un outil qui tient compte au mieux du phénomène à étudier à l'aide du plus petit nombre possible de variables. Selon Bonin et Tatoni (1990), elle est une analyse multivariée très appropriée pour la description des

groupements végétaux. L'AFC est une méthode statistique d'ordination, dite métrique et basée sur le calcul des distances existantes entre les individus d'association (relevés) en fonction des espèces. Ces distances sont l'expression de la similitude entre relevés définies comme suit : « *plus la distance qui sépare deux relevés est courte, plus les relevés qu'ils représentent sont ressemblants*» (Briane *et al.,*1977).Comme le souligne Lacoste (1972), l'un des intérêts fondamentaux de cette méthode, est la représentation simultanée dans un même espace et de manière symétrique des relevés, et des espèces de telle sorte que chaque espèce se localise au sein du groupe de relevés auquel elle est la plus étroitement liée.

2. Etude structurale et dynamique du peuplement

La structure des peuplements est définie comme étant la manière avec laquelle sont agencées les variables dendrométriques d'un peuplement (Stewart et Roustide, 1974).

Une approche structurale axée donc sur des données dendrométriques a été réalisée sur la végétation forestière du versant méridional de Tikjda. Celle-ci nous permettra, pour l'ensemble des peuplements dans lesquels le cèdre de l'Atlas est présent, de caractériser leur structure, leur typologie, ainsi que les principaux facteurs écologiques et/ou anthropiques responsables de leur diversité structurale et de leur phytodynamique.

La végétation qui se transforme est elle-même floristiquement et structurellement hétérogène et le milieu qu'elle occupe est une mosaïque de conditions différentes et répétitives, car la plupart des stades d'une succession phytodynamique existent simultanément dans l'espace (Bonin *et al.,* 1983).

2.1. L'échantillonnage adopté

L'échantillonnage est basé sur l'analyse des variations spatiales de la structure de la végétation et de la composition floristique (Lepart *et al,* 1983), analyse à laquelle il faut ajouter celles des conditions écologiques locales (zone de Tikjda) dans un contexte écologique sectoriel uniforme (celui du versant méridional du Djurdjura).

Nous avons également opté dans cette étude dendrométrique pour l'échantillonnage subjectif, qui constitue une approche qualitative permettant de saisir la végétation dans ses aspects structuraux et de densité, suite aux contraintes rencontrées sur le terrain, à savoir l'inaccessibilité de certaines portions du terrain d'étude (relief très accidenté).

Pour les relevés dendrométriques, la surface d'échantillonnage au sein des formations forestières est le plus souvent de 400 m², plus rarement dans un cas sur 4, elle est de 500m², selon l'homogénéité de la formation forestière et la densité des arbres. Ces relevés sont réalisés sur des placettes de forme circulaire(de diamètre égale à11,28m dans le cas de 400m², et de diamètre égale à 12,62m dans le cas de 500m² de surface) .

Le choix des placettes de forme circulaire est dicté par leur installation facile et rapide sur le terrain. Elles permettent également de réduire considérablement le nombre de cas douteux d'appartenance ou non d'arbres à la placette échantillonnée (Rondeux, 1993).

Le nombre de placettes à échantillonner dépend de la précision recherchée. Bouchon et Pardé (1988) estiment que l'efficacité d'un inventaire augmente avec un nombre de placettes élevé et Pardé (1961) souligne que le nombre doit être supérieur ou égale à 30.

Dans le cadre de notre étude, nous avons réalisé 40 relevés dendrométriques dans les peuplements de cèdre pur ou mixte du versant méridional de Tikjda. Cette étude structurale est également faite sur les 5 sites de la zone de Tikjda, répartis comme suit (figure n° 16 et tableau n°7).

Tableau n° 7 : Nombre de placettes dendrométriques en fonction des divers sites de la zone d'étude

Site	Nom du site	Nombre de placettes
1	Tigounatine Nord/El Kef	19
2	Rocher du pigeon ou Tighzert	6
3	TighiltTabount ou Grand Huit	7
4	Taouielt Nord	6
5	Taouielt Est	2

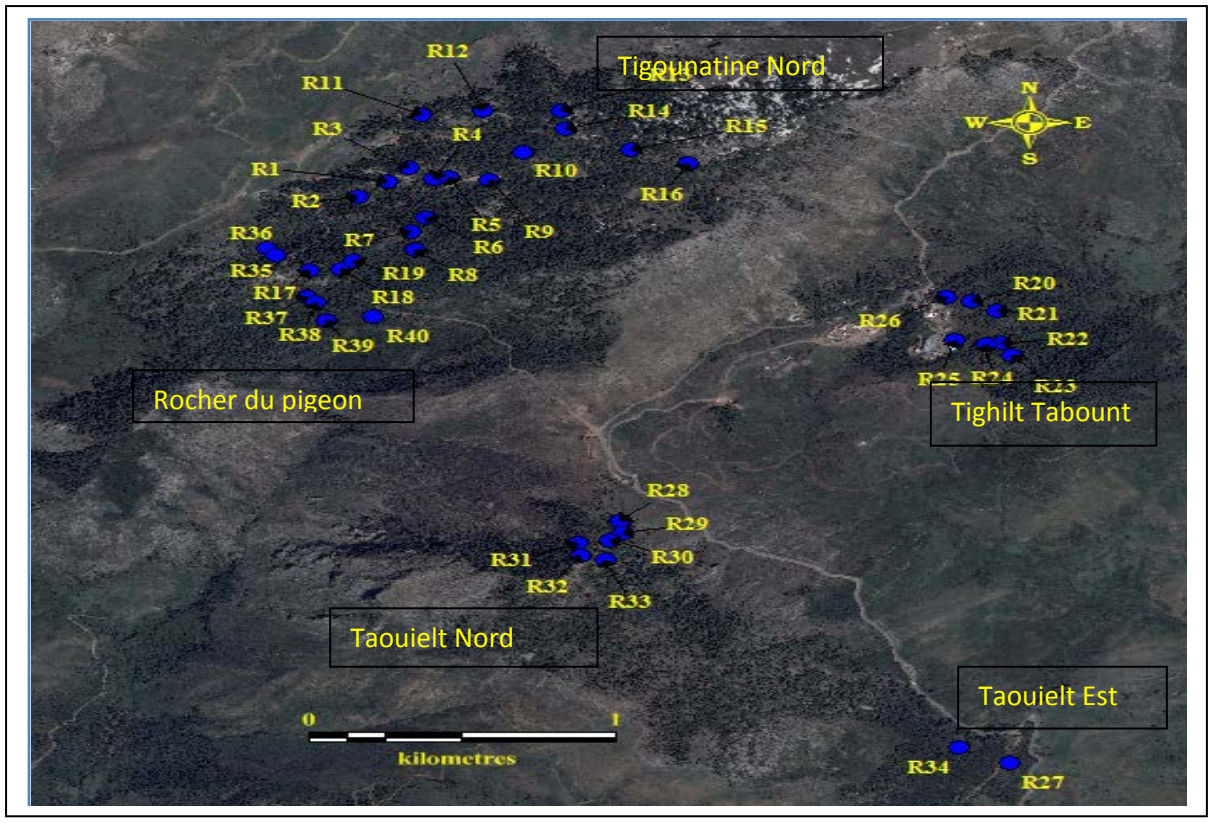


Figure n° 16 : Carte de localisation des relevés dendrométriques réalisés dans la zone de Tikjda (Source : photo prise en février 2015 sur Google Earth).

2.2.Collecte des données dendrométriques

L'inventaire et la description des peuplements sont un préalable indispensable à toute démarche de gestion forestière (Huart *et al.*, 2004), en particulier dans une aire protégée soumise à une forte perturbation. Dans ce sens, on s'attache à réaliser cet inventaire dendrométrique pour connaître la structure et la densité des peuplements résiduels de cèdre à Tikjda et pour mettre en évidence, du point de vue dynamique, une évolution régressive potentiellement plus ou moins prononcée de ces peuplements au niveau des divers sites.

L'intervention anthropique affecte d´une manière différente les strates d´une même forêt. D'une manière générale, la strate arborée joue un rôle important dans la détermination des paysages et de la physionomie générale de la végétation méditerranéenne (Ajbilou *et al.*, 2006), et les espèces de la strate arbustive ont une écologie particulière, car elles subissent l'effet de l´ombre projetée par la strate arborée (Specht & Specht, 1989*;* Specht *et al.* 1990).

Un inventaire pied par pied, qui tient compte de tous les arbres et arbustes, de toutes les espèces (cèdre, chêne vert, pin noir, etc.), ayant des dimensions minimales de 10 cm de

circonférence et de 2 m de hauteur, a été réalisé dans chacune des placettes pour évaluer la densité (nombre d'individus par placette).

Pour chaque individu rencontré, les mesures dendrométriques effectuées sont :

- La circonférence (C) à 1,30 m du sol évaluée avec un ruban-mètre ;
- La hauteur totale de l'arbre (H) mesurée à l'aide du «Blum leiss » ;

De plus, les principales variables écologiques, l´altitude, la pente et l´orientation, sont mesurées ; elles représentent des variables explicatives.

2.3. Etude des paramètres structuraux du peuplement

L'étude des paramètres structuraux peut permettre de mettre en évidence les différences dendrométriques à différents stades de dégradation (ou de secondarisation). Les principaux paramètres structuraux du peuplement ligneux sont (Bigot, 2004) :

- ***La densité des tiges*** : elle correspond au nombre d'individus présents par unité de surface ;
- ***Le diamètre ou la circonférence du tronc*** : le diamètre du tronc est une mesure faite à hauteur de poitrine à 1,30 m de hauteur.
- ***La hauteur moyenne***(en m): indique la hauteur moyenne des arbres de la placette ou du peuplement.
- ***La surface terrière (ou aire basale***) (en m²/ha) : elle correspond à la somme des sections des arbres mesurées à 1,30 m par unité de surface de sol.

Pour le peuplement forestier les paramètres calculés sont (Dossou *et al*., 2012) :

- la densité moyenne des tiges ; elle est déterminée par le nombre de pieds d'arbres du peuplement suivant la formule :
  N = n S ; où n est le nombre total d'individus d'arbres inventoriés dans le peuplement et S l'aire totale échantillonnée dans le peuplement en hectare ;
- le diamètre de l'arbre moyen du peuplement qui est déterminé par la formule :
  $\mathbf{Dm = \sum di^2/n}$; où di est le diamètre à hauteur d'homme de l'arbre i du peuplement et n le nombre total d'individus d'arbres rencontrés au niveau du peuplement ;
- la surface terrière (somme des carrés des diamètres) exprimée en m²/ha, est donnée par la formule : $\mathbf{G = \Sigma \pi D^2/4}$ avec D = diamètre à 1,30 m du sol.

Pour caractériser la structure d'un peuplement forestier, il faut étudier la répartition des individus ligneux suivant les classes de circonférence ou de diamètre (Gaudin, 1996). La structure d'un peuplement, c'est simplement l'histogramme du nombre de tiges par catégories de diamètres (Dagnélie, 1971 *in* Bouchon, 1979).

Chapitre III
Approches floristique, phytosociologique, structurale et dynamique

Partie I : Approche floristique et phytosociologique

A. Analyse de la diversité floristique

La biodiversité se présente comme une extension de la diversité spécifique (Lepart, 1997).

L'analyse de la richesse floristique de différents groupements végétaux, de leurs caractères biologiques et chorologiques permet de mettre en évidence leur originalité floristique, leur état de conservation et par conséquent, leur valeur patrimoniale (Dahmani, 1997).

Pour mieux cerner la diversité floristique des cédraies étudiées à Tikjda, cette analyse est basée essentiellement sur les espèces recensées dans les différents sites échantillonnés dans notre étude, avec une identification de leurs types biologiques et biogéographiques.

Ces types sont définis suivant P. Quézel et S. Santa (1962-1963)dans leur ouvrage intitulé : *la Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales* et de Maire (1952-1980) dans son ouvrage *la flore d'Afrique du Nord*.

1. Diversité systématique

Les 249 espèces recensées dans la cédraie du versant sud de Tikjda appartiennent à 59 familles. Ce sont les *Asteraceae* qui sont les mieux représentées, avec 42 taxons, suivies par les *Lamiaceae* et *Rosaceae,* avec le même nombre (18 taxons chacune), les *Fabaceae* avec 15 taxons, les *Poaceae* et les *Apiaceae* avec respectivement 13 taxons, 12 taxons pour les *Brassicaceae*, les *Caryophyllaceae* et les *Rubiaceae* avec respectivement 11 et 10 taxons (tableau n°8, figure n°17). On a enregistré aussi la présence d'autres familles, avec un nombre de taxons variant de 1 jusqu'à 7. Ce qui indique la grande diversité spécifique et systématique de cette cédraie.

Tableau n° 8 : La composition systématique de la flore de la cédraie de Tikjda

Familles	**Nombre d'espèces**	**Taux (%)**
Asteraceae	42	16,87
Lamiaceae	18	7,23
Rosaceae	18	7,23
Fabaceae	15	6,02
Apiaceae	13	5,22
Poaceae	13	5,22
Brassicaceae	12	4,82
Caryophyllaceae	11	4,42
Rubiaceae	10	4,02
Crassulaceae	7	2,81
Boraginaceae	5	2,01
Ranunculaceae	5	2,01
Scrofulariaceae	5	2,01
Cistaceae	4	1,61
Convolvulaceae	4	1,61
Liliaceae	4	1,61
Violaceae	4	1,61
Aspleniaceae-Polypodiaceae	3	1,20
Caprifoliaceae	3	1,20
Dipsaceae	3	1,20
Geraniaceae	3	1,20
Primulaceae	3	1,20
Cupressaceae	2	0,80
Hypericaceae	2	0,80
Juncaceae	2	0,80
Orchidaceae	2	0,80
Plantaginaceae	2	0,80
Rhamnaceae	2	0,80
Thymelaeaceae	2	0,80
Autres familles (30)	30	12,05

Ces résultats se rapprochent globalement de ceux obtenus par Gherzouli et Djellouli (2005), dans leurs études sur les formations forestières et préforestières de la kabylie des Babors, et celles de Yahi et *al* (2008) dans leurs études sur les diversités floristique et biogéographique des cédraies d'Algérie, où les *Asteraceae* sont les mieux représentées.

A noter aussi que dans les cédraies du versant méridional de Djurdjura (Tikjda) où 249 taxons sont répertoriés, soit un taux de 8% de la flore d'Algérie estimée à 3 139 par Quezel et Santa (1962-1963), ce qui indique la richesse et la diversité floristique de ce massif.

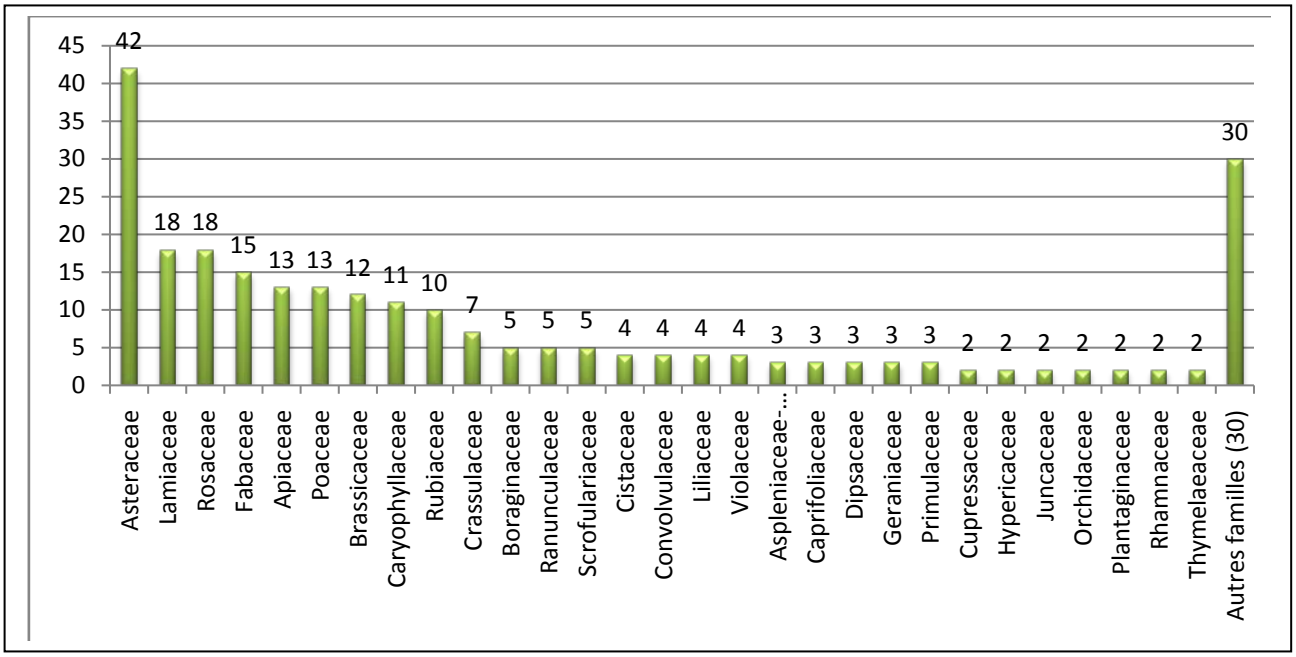


Figure n°17 : La répartition des espèces recensées par familles.

2. Diversité biologique

La végétation est caractérisée par sa physionomie et ses variations qui sont les résultats des types biologiques qui la composent. Cette physionomie peut être exprimée par le spectre biologique qui est la proportion des divers types biologiques. On distingue cinq types fondamentaux reconnus par Raunkiaer (1934): les phanérophytes, les chaméphytes, les hémicryptophytes, les géophytes et les thérophytes.

Les résultats illustrés dans le spectre biologique de la cédraie étudiée (figure n°18) indiquent une nette dominance des hémicryptophytes avec 47% ; sur les autres types biologiques. Ceci pourrait s'expliquer par la pluviosité et le froid qui règne surtout en hiver (Floret et *al*, 1990).

Nos résultats concordent avec ceux de Dahmani(1996) qui indique que la répartition des types biologiques dans les principales structures forestière, suit dans l'ensemble, le schéma suivant : He> Th> Ch >Ph >Ge. La proportion des hémicryptophytes, augmente en milieu forestier à haute altitude ; et sont aussi les mieux représentés dans les ensembles phytochoriques étudiés.

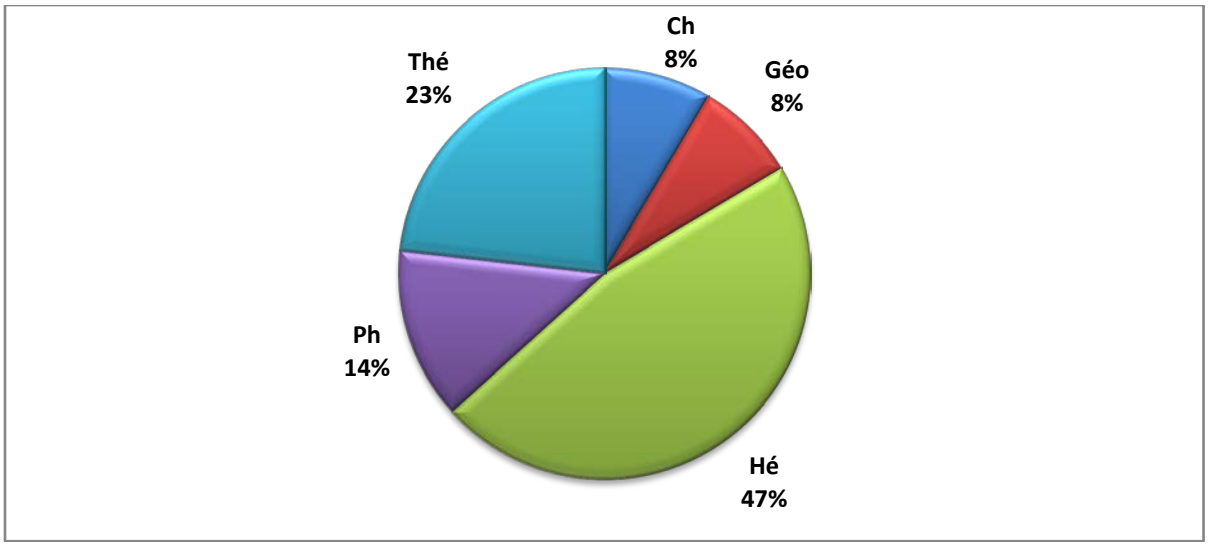


Figure n° 18: Le spectre biologique de la flore de la cédraie étudiée.

Un autre type biologique est bien représenté, il s'agit des thérophytes avec 23%, suivis par les phanérophytes avec 14%, les chaméphytes et les géophytes avec un taux de 8% pour chacun. Cette codominance des hémicryptophytes et des thérophytes dans le spectre biologique brut s'explique par l'importance de l'action anthropique que subit le versant méridional de Djurdjura (Tikjda).

3. Indice de perturbation

L'indice de perturbation permet de quantifier la thérophytisation d'un milieu (Loisel *et al.*, 1993). Cet indice est calculé, selon ces auteurs, comme suit :

$$IP=\frac{(Nombre\ de\ chaméphytes+Nombre\ de\ thérophytes)*100}{Nombre\ total\ d'espèces}$$

Dans notre cas, l'indice de perturbation est de 31,65 % pour la cédraie du versant méridional du Djurdjura (Tikjda), et cette dégradation engendrée par l'action de l'homme est nettement visible (incendie, défrichement, pâturage).

Barbero *et al.*(1990) signalent que les perturbations causées par l'homme et ses troupeaux sont nombreuses et correspondent à des situations de plus en plus sévères, allant de la thérophytisation à la matorralisation dans les écosystèmes forestiers.

4. Diversité phytogéographique

L'importance de la diversité biogéographique de l'Afrique méditerranéenne est due aux modifications climatiques durement subies dans cette région depuis le miocène (Quézel, 1983).

L'analyse du spectre des types chorologiques de la flore de la cédraie étudiée (tableau n° 9) montre une diversité phytochorologique notable, liée à la position géographique du Djurdjura au niveau de l'Algérie.

Tableau n° 9 : Les types chorologiques de la flore de la cédraie de Tikjda

Types chorologiques	**Nombre de taxons**
• **Taxons endémiques :**	
– End.	4
– End.A.N	25
– End.Alg.-Mar.	7
– End.Alg.-Tun.	1
Sous-Total	**37(15,61%)**
• **Taxons méditerranéens :**	
– Méd.	47
– W-Méd.	25
– Circum-méd.	13
– E-Méd.	2
– Ibéro-Maur.	9
– Oro-Méd.	3
– Sub-Méd.	2
Sous-Total	**101(42,61%)**
• **Taxons nordiques :**	
– Circum-Bor.	2
– Eur.	4
– Paléo-Temp.	11
– Euras.	31
– Euro-Sib.	1
Sous-Total	**49(20,68**%)
• **Taxons plurirégionaux :**	
– Eur.-Méd.	19
– Cosmop. et Subcosmop.	11
– Atl.-Méd.	8
– Paléo-Subtrop.	1
– **Autres**	11
Sous-Total	**50 (21,10%)**
Total	**237***

*sur un nombre total de 249 plantes identifiées dans la cédraie étudiée, 12 plantes ne sont pas déterminées au niveau spécifique.

La figure n°19 illustre la prédominance des espèces de type biogéographique méditerranéen avec 101 taxons, soit un taux élevé de 42,61%.

Les éléments nordiques et plurirégionaux suivent les éléments méditerranéens et sont représentés avec 49 taxons, soit un taux de 20,68% pour le premier, et 50 taxons, soit un taux de 21,10 % pour le deuxième. Tandis que les éléments endémiques ne représentent que 37 taxons, soit un taux de 15, 61%.

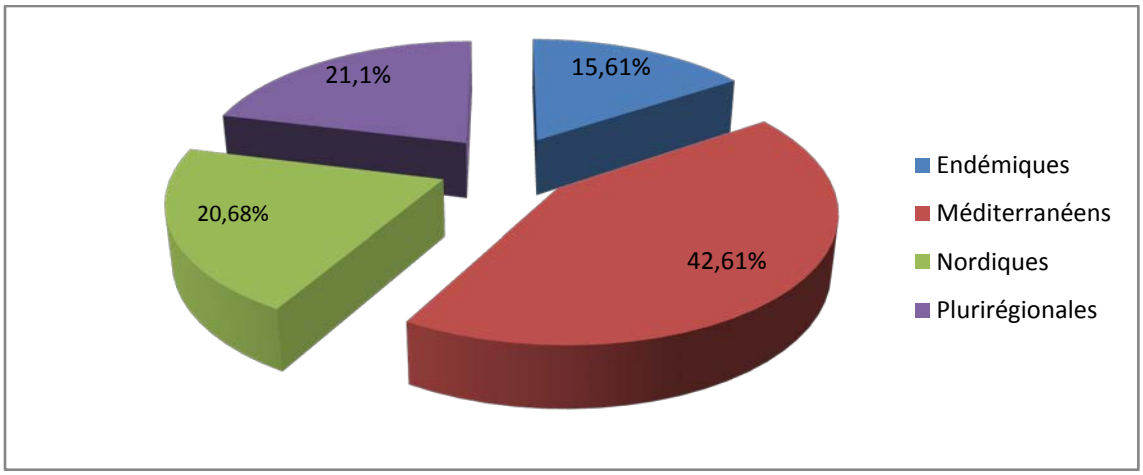


Figure n°19 : Spectre chorologique de la flore de la région d'étude.

L'examen des principaux types chorologiques rencontrés dans les deux Atlas (tellien et saharien) confirme la dominance de l'élément méditerranéen, pour l'ensemble des pays de l'Afrique du Nord (Quézel, 2002).

4.1. L'élément méditerranéen

Cet ensemble est constitué par 47 taxons appartenant au sous-élément Méditerranéen au sens strict, soit un pourcentage de 46,53% dans cet ensemble, suivis par les sous-éléments Ouest-méditerranéen avec 25 espèces (24,75%) et Circum- méditerranéen avec 13 espèces (5,49%). Les autres sous-éléments (Oroméditerranéen, Est-méditerranéen, Subméditerranéen, Ibéro-Mauritanien) sont faiblement représentés avec moins de 10 taxons chacun dans la flore étudiée (figure n° 20).

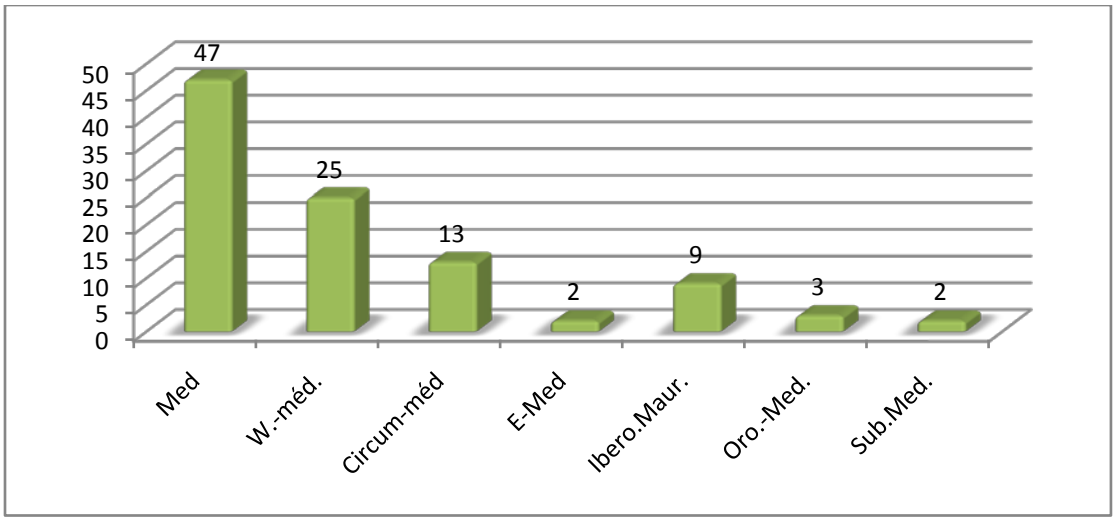


Figure n°20 : Le spectre chorologique de l'ensemble méditerranéen.

4.2. L'élément nordique

L'élément nordique s'est introduit en Afrique du nord lors des périodes humides plus anciennes que le Quaternaire, à travers deux voies de migration, une voie ibérique (pont bético-rifain) et une voie italienne (pont siculo-tunisien) (Maire, 1928).

L'élément nordique dans notre région d'étude regroupe les sous-éléments suivants : eurasiatique avec 31 taxons, paléo-tempéré avec 11 taxons et européen avec 4 taxons. Les deux autres sous-éléments circum-boréal et euro-sibérienne sont représentés qu'avec respectivement 2 et 1 taxon. (figure n°21).

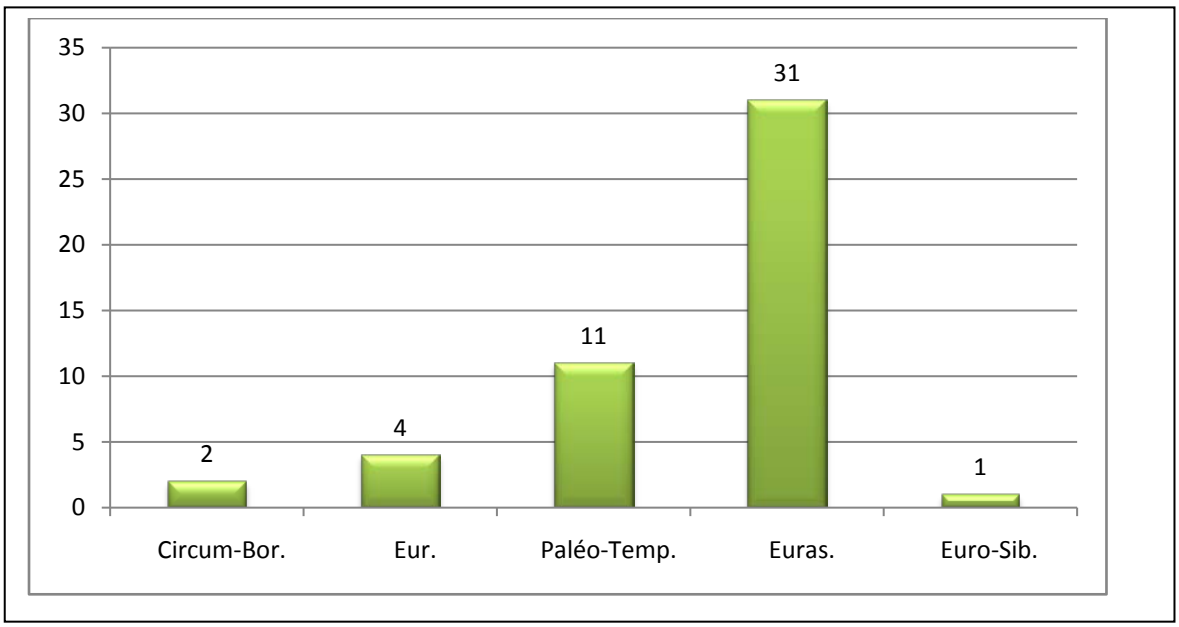


Figure n°21: Le spectre chorologique de l'ensemble nordique.

4.3. L'élément plurirégional

Les sous-éléments (sub)cosmopolites et subtropicaux sont représentés avec respectivement11 et 1 taxon. Les autres sont des sous-éléments de transition entre l'ensemble méditerranéen et les ensembles chorologiques voisins, représentés essentiellement par les euro-méditerranéens avec19 espèces et les méditerranéo-atlantiques avec 8 espèces. Les autres sous-éléments sont représentés avec moins de trois espèces chacun.

Selon Yahi(2007), la diversité des milieux de cédraies permet une possibilité de développement importante de tous types d'espèces.

4.4. L'élément endémique

L'élément endémique est l'endémisme strictement algérien, l'endémisme nord-africain et l'endémisme frontalier (en commun avec un seul autre pays qui est le Maroc ou la Tunisie).

L'analyse de la figure n° 22 montre que 25 taxons appartiennent aux endémiques de l'Afrique du Nord, les endémiques régionaux sont aux nombres de 7 taxons pour l'Algéro-marocain et 1 taxon pour l'Algéro-tunisien. Les autres taxons appartenant à l'ensemble des endémiques sont strictement endémiques de l'Algérie, il s'agit de : *Hedera algeriensis*, *Lonicera kabylica*,

Cet ensemble endémique, constitue un faible pourcentage au sein de la flore recensée dans notre zone d'étude, avec 15,61%, mais il montre l'importance de la phytodiversité du versant méridional du Djurdjura (Tikjda).

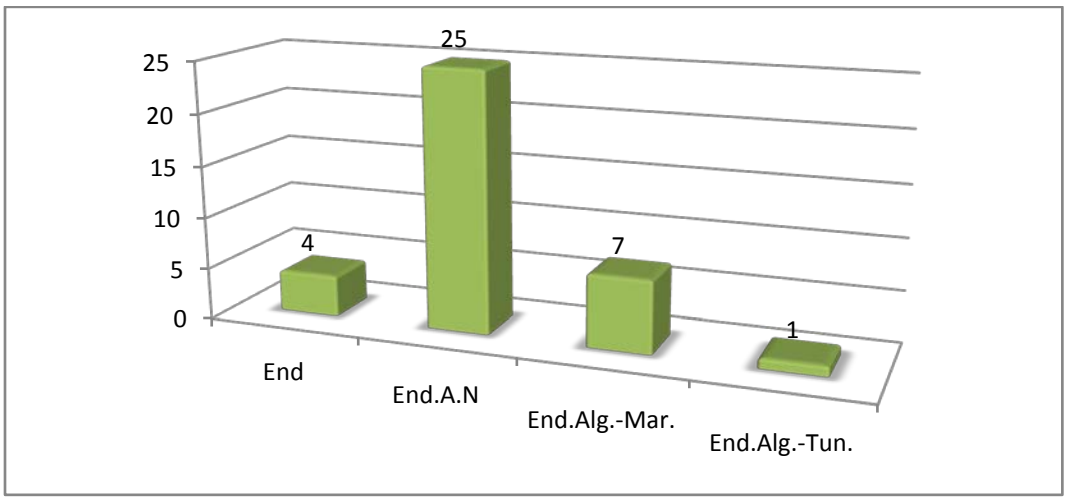


Figure n° 22: Le spectre chorologique de l'ensemble endémique.

La répartition des espèces endémiques en Algérie est très irrégulière, selon les familles, elles sont d'environ 250 sur un total de 2 840 espèces endémiques soit un taux de 8,5%.(Quetzal, 1946), le nombre des espèces endémiques répertoriées dans la cédraie du versant méridional de Djurdjura est de 4, sur un total de 249 espèces recensées, soit un taux de 0,15%.

B. Analyse multivariée des données floristiques

Le traitement de l'ensemble des données (89 relevés x 196 espèces), à l'aide de l'analyse factorielle des correspondances (AFC) et de la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH), est réalisé avec l'indice d'abondance-dominance. Lors de ce traitement des données, nous n'avons pas pris en considération les espèces présentes une fois (soit 53 espèces).

1. Analyse Factorielle des Correspondances

Les résultats obtenus par l'AFC sont résumés sur une carte factorielle représentant la projection des points de relevés en fonction de leur contribution à la constitution des axes factoriels. Cette AFC effectuée sur les espèces est un moyen d'identifier les gradients écologiques mis en jeu grâce à l'écologie particulière de certaines espèces.

Sur les graphiques espèces et relevés, si deux points-relevés sont proches dans l'espace factoriel, cela signifie que les profils des espèces représentés par ces relevés sont voisins (Bachacou *et al.*, 1979). Bonin et Tatoni(1990) notent qu'à partir des données floristiques de l'ensemble des relevés étudiés, il est possible de mettre en évidence dans l'espace factoriel les successions des groupements végétaux en relation avec les grands gradients écologiques.

Dans notre travail, nous retiendrons le plan factoriel principal défini par les axes 1 et 2 qui n'explique qu'une faible part d'inertie totale du nuage (11,18%). L'hétérogénéité des données, avec un nombre d'espèces élevé, explique ce faible taux d'inertie de l'AFC globale.

L'examen du plan factoriel F1 et F2, qui se traduit par une assez nette séparation spatiale des relevés, a permis d'individualiser 3 groupes de relevés. Cette analyse met en évidence des différences floristico-écologiques entre ces trois groupes de relevés, représentant chacun un groupement. Ces différences correspondent à des facteurs stationnels spécifiques, dont l'altitude et l'exposition sont les plus indicateurs.

Ces groupes de relevés sont répartis comme suit :

- **Groupe1 :** ce groupe délimité par les côtés négatif de l'axe F1 et positif de l'axe F2, est constitué par les 27 relevés suivants: R1, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R14, R15, R16, R17, R18, R19, R20, R21, R22, R23, R24, R25, R26, R27, R28, R29, R30, R31. Ce groupement correspond à **la cédraie préforestière**, localisée essentiellement à Tigounatine Nord.
- **Groupe2 :** délimité par les côtés positifs des axes F1 et F2, il est constitué des 34 relevés suivants: R2, R12, R37, R38, R40, R41, R42, R44, R45, R46, R47, R48, R49, R50, R51, R52, R53, R54, R55, R57, R58, R59, R60, R61, R62, R63, R64, R66, R67, R68, R69, R70, R71, R79. Ce groupement correspond à **la cédraie forestière mésophile** des sites de Taouielt et Tighilt Tabount.
- **Groupe 3 :** délimité par les côtés positif de l'axe F1 et négatif de l'axe F2, ce groupe est composé des 28 relevés suivants: R3, R13, R32, R33, R34, R35, R36, R39,R56, R65, R72, R73, R74, R75, R76, R77, R78, R80, R81, R82, R83, R84, R85, R86, R87, R88, R89, R90. Ce groupement correspond à **la cédraie thermophile à chêne vert**, localisée sur le site du Rocher du pigeon.

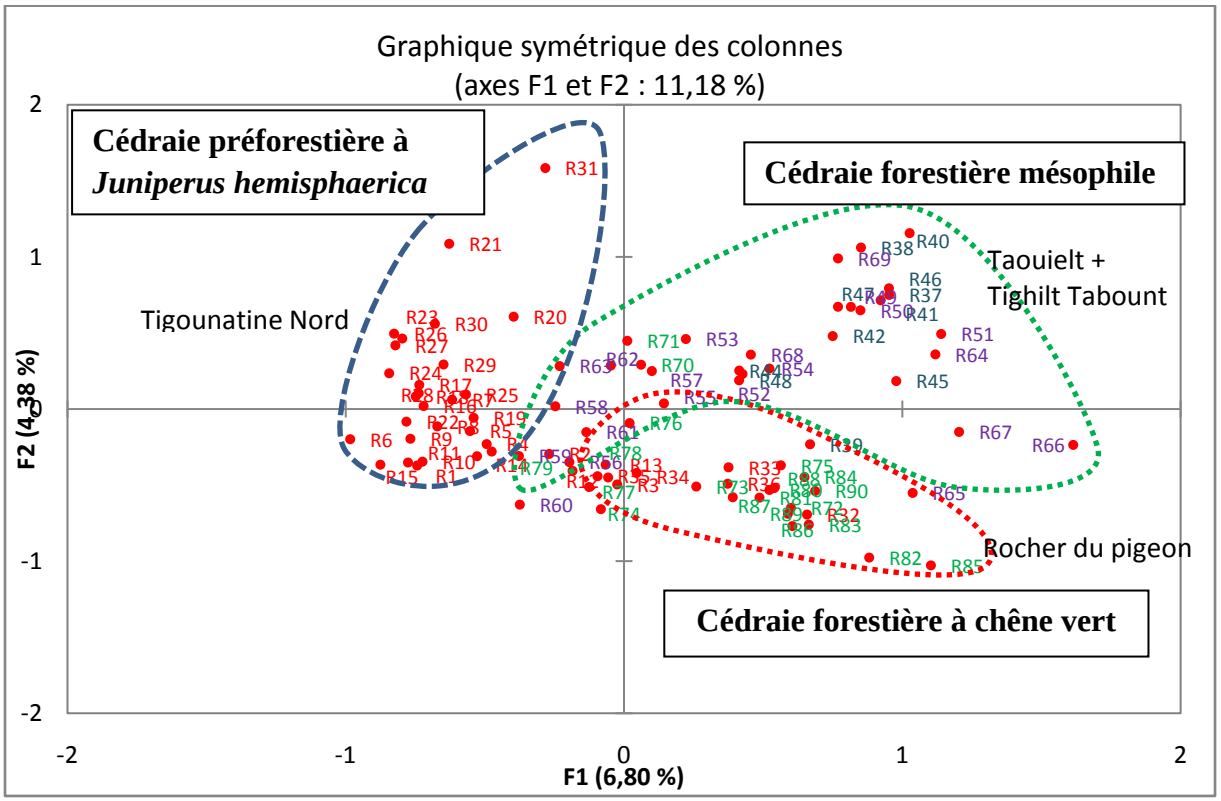


Figure n° 23: Carte des relevés de l'analyse factorielle des correspondances (axes F1 et F2).

2. Classification ascendante hiérarchique

La deuxième analyse complémentaire à la première est effectuée par *la Classification Ascendante Hiérarchique* (CAH), qui consiste à agréger progressivement les individus selon leur ressemblance, mesurée à l'aide d'un indice de similarité ou de dissimilarité. La méthode utilisée est celle du moment d'ordre 2, car ce type de partitionnement a tendance à maximiser la variance intergroupe et à minimiser la variance intra-groupe comme l'a indiqué Roux(1985). Les résultats de cette analyse, nous ont permis d'obtenir un dendrogramme (figure n° 24), qui indique la présence de trois groupements végétaux, répartis suivant un gradient altitudinal.

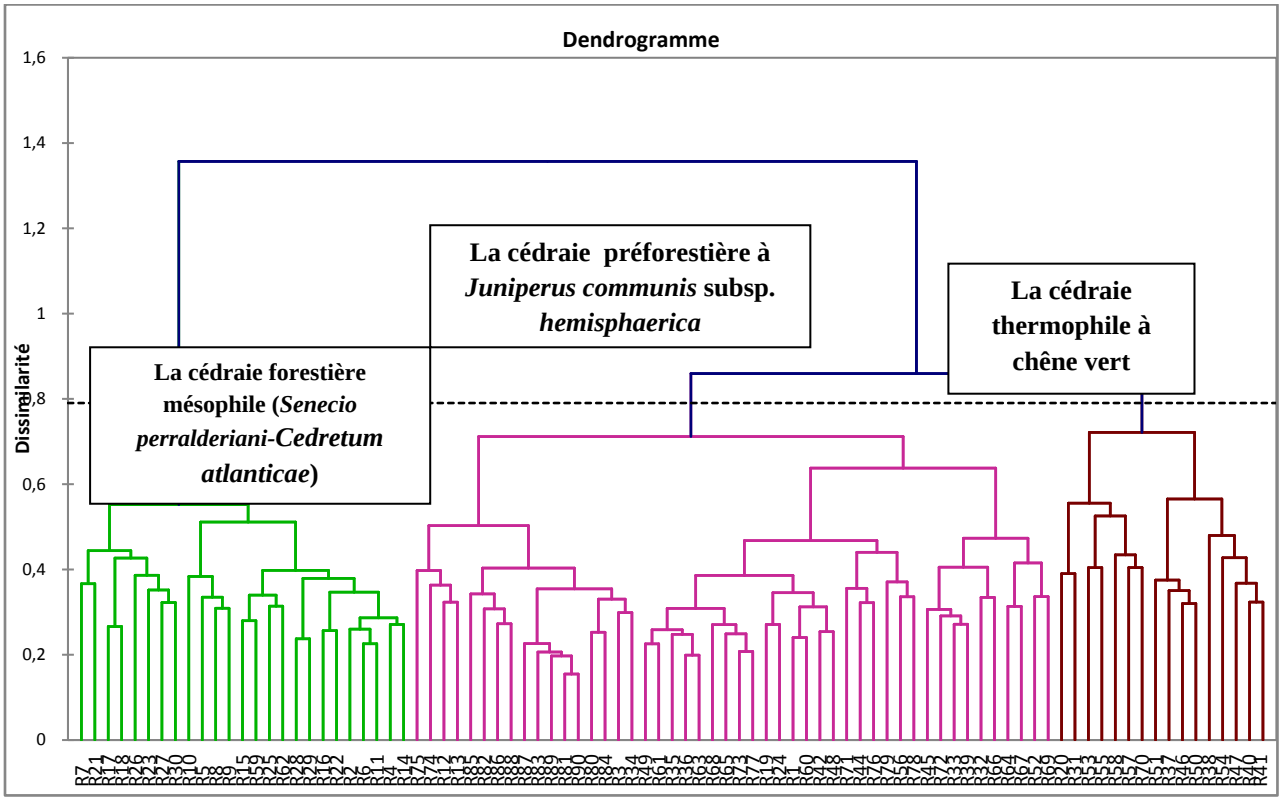


Figure n° 24: Le dendrogramme de la classification ascendante hiérarchique.

3. Description des groupements végétaux de la cédraie de Tikjda déterminés par l'AFC et la CAH

Pouget (1982) a précisé que toute variation de la végétation d'un état à l'autre est en relation avec un changement des facteurs écologiques, et que l'inverse doit être vrai, c'est-à-dire qu'à tout changement des facteurs écologiques, doit correspondre un changement de

végétation. La zonation altitudinale de la végétation est régie par le facteur thermique. En effet, ce sont les températures moyennes et minimales qui imposent un étagement à la végétation. Celui-ci se traduit par un changement profond dans la composition floristique et la structure de la végétation (Benabid, 1985).

Cette analyse numérique des données floristiques, nous a permis d'obtenir trois groupements végétaux, qui sont :

- ✓ La cédraie forestière mésophile,
- ✓ La cédraie préforestière à *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica,*
- ✓ La cédraie thermophile à chêne vert.

3.1. La cédraie forestière mésophile (*Senecio perralderiani-Cedretum atlanticae*)

3.1.1. Description physionomique, structurale, floristique et écologique

Ce groupement est assez hétérogène contenant des formations forestières localisées entre 1274 à 1501m d'altitude, avec une exposition qui varie de l'Est au Nord-Est.

C'est une cédraie à *Acer obtusatum* au niveau de Taouielt marqué par la présence exclusive de *Taxus baccata,* à 1421m d'altitude. Selon Meddour (2010), ce dernier n'existe nulle part ailleurs dans les cédraies du versant méridional, puisqu'il est strictement confiné dans les ravins forestiers à la faveur du phénomène de compensation édapho-climatique.

Nous avons enregistré dans cette cédraie, la présence des espèces suivantes : *Asphodelus ramosus, Clinopodium vulgare, Festuca atlantica, Genista tricuspidata* et l'abondance de *Phlomis bovei,* ainsi que *Rosa canina, Rubus ulmifolius, Sanguisorba minor* et *Sambucus ebulus.*

3.1.2. Interprétation phytosociologique

Le groupement végétal de Taouialt appartient l'ordre des *Querco-Cedretalia atlanticae,* à l'alliance du *Paeoneo-Cedrion atlanticae* et à l'association *Senecio perralderiani–Cedretum atlanticae*.

L'association *Senecio perralderiani-Cedretum atlanticae* est décrite par Quézel et Barbero (1989) comme une association comprenant plusieurs sous-associations à valeurs

chorologique et floristique différentes, et regroupant toutes les cédraies du Djurdjura (Tala Guilef, Tigounatine, Ait Ouabane).

Les caractéristiques de cette association sont : *Cedrus atlantica, Senecio perralderianus, Viola munbyana, Vicia ochroleuca* ssp. *atlantica,* B*unium alpinum* ssp. *mauretanicum, Silene atlantica*(Quézel et Barbero,1989 ; Meddour,1994 ; Yahi, 1995, 2007 ; Yahi *et al.*, 1999 ; Quézel et Médail, 2003 ; Gharzouli, 2007).

Les espèces différentielles présentes dans ce groupement sont : *Urginea maritima, Vincetoxicum hirundinaria, Rhamnus alaternus, Senecio nebrodensis, Prunella vulgaris, Prunus avium, Moeringia pentandra, Minuartia verna* var. *kabylica, Scorzonera laciniata, Potentilla caulescens,* ainsi que *Sorbus aria.*

A noter aussi que de nombreuses espèces herbacées et ligneuses représentatives des syntaxons supérieurs, qui appartiennent à la classe des *Quercetea pubescentis* et à l'ordre des *Querco-Cedretalia,* sont localisées sur le versant méridional exclusivement à Tikjda. Meddour (2010) a signalé qu'on les retrouve aussi sur le versant Nord d'Ait Ouabane.

3.2. La cédraie préforestière à *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica*

3.2.1. Description physionomique, structurale, floristique et écologique

C'est un groupement présent à une altitude variant de 1513 à 1812m et en orientations Ouest, Nord-Ouest et Nord-Est. Cette cédraie préforestière est essentiellement constituée par des structures de végétation fortement anthropisées, à couverture plus ou moins dense (Quézel et Médail, 2003). Du point de vue climatique, cet ensemble mésophile préforestier appartient certainement au bioclimat humide (Akman et Ketenoglu 1986).Il correspond à la cédraie préforestière mésophile dominée par *Juniperus communis* subsp. *hemispherica,* largement représentée dans le versant méridional de Tikjda, mais située en ubac (Tigounatine Nord).

Les espèces à forte contribution pour cet ensemble sont pour la plupart caractéristiques des forêts montagnardes. Parmi les espèces herbacées, on note : *Asphodelus ramosus, Anthemis pedunculata, Acinos alpinus* subsp. *meridionalis, Balansaea glaberrima, Brachypodium sylvaticum, Festuca atlantica, Galium mollugo, Hieracium pseudopilosella, Hyoseris radiata, Hypochaeris laevigata, Knautia mauritanica, Linaria multicaulis* subsp. *heterophylla, Phlomis bovei, Ptilostemon riphaeus, Senecio perralderianus, Teucrium chamaedrys,* et *Viola munbyana*.

Les nanophanérophytes et chaméphytes représentent l'élément édificateur de ce groupement, représentés par les espèces suivantes : *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica, Berberis hispanica, Lonicera kabylica, Cotoneaster racemiflora, Amelanchier ovalis, Crataegus laciniata, Daphne laureola, Ruscus aculeatus, Rosa canina* (Quézel et Barbero, 1989). Les touffes de genévriers rampants jouent sur le Djurdjura, un rôle d'abri pour de nombreuses espèces forestières (Quézel, 1957). Cette cédraie est marquée aussi par la présence de *Pinus nigra* subsp. *mauretanica.*

Cette cédraie hétérogène regroupe ainsi à son niveau ces espèces préforestières indicatrices des conditions fraiches et humides, qui illustrent leur rôle dynamique dans la reconstitution de la cédraie (Quézel et Barbéro, 1989 ; Yahi, 1995 ; Yahi *et al*., 1999).

A noter aussi la présence de certains chaméphytes, tels que : *Astragalus armatus* subsp. *numidicus, Rosa sicula, Prunus prostrata,* qui sont généralement des espèces indicatrices de la dégradation du milieu suite au surpâturage, au moins localement.

Sur le plan phytodynamique (Bouheraoua, 1993), signale que la présence d'*Artemisia absinthium* dans ce groupement indique également un aspect surpâturé et ouvert de la cédraie (Meddour *et al*., 2013), à certains endroits.

3.2.2. Interprétation phytosociologique

Quézel (1957) a défini des groupements particuliers sur le massif du Djurdjura correspondant aux ensembles du manteau préforestier, dominés par *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica*. L'extension considérable des formations à *Juniperus* sur le versant méridional de Tikjda et précisément à Tigounatine Nord est due à la dégradation de ce massif à cause de l'intensité de l'action anthropique signalée par Quézel & Barbero(1989), conjointement à l'extension de ces touffes à *Juniperus,* il y a une extension d'une riche flore d'affinités sylvatiques. Ce qui explique le rôle dynamique de ces touffes dans la reconstitution de la forêt.

Ce groupement a été reconnu par Quézel & Barbero(1989) au niveau des cédraies du Djurdjura et spécialement à Tikjda, représentée par la sous-association à *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica.*

Cette sous-association est reconnue sur le versant méridional de Tikjda et précisément à Tigounatine Nord, où on note la présence des espèces indicatrices de ce groupement, telles

que : *Stellaria pallida, Linaria reflexa, Galium aparine, Anagallis arvensis, Anagallis monelli subsp. linifolia* ainsi qu'*Artemisia absinthium.* Il est à signaler que dans cette cédraie surpâturée, l'abondance de l'absinthe est un indicateur de dégradation du milieu. Elle sert d'abri et de source d'alimentation au bétail.

Ces formations à *Juniperus* se trouvent dans une tranche attitudinale variant de 1513 à 1812m. Elles sont caractérisées par un climat humide et frais, à différentes expositions Ouest, Nord-Ouest et Nord, cela a été signalé par Tafer et Zergane(1994).

Le recouvrement de ces touffes de *Juniperus* est important, il peut aller de 20 à 85%.

Ce groupement est caractérisé par la présence d'un couvert végétal à plusieurs strates riches et diversifiées :

- La strate arborée dominée par le cèdre d'atlas est représentée par *Cedrus atlantica* et *Quercus ilex* subsp. *ballota,* on y a aussi enregistré la présence de *Pinus nigra* subsp. *mauretanica,* qui occupe vers 1575 et 1592m à Tigounatine Nord, une place résiduelle.
- La strate arbustive représentée par *Berberis hispanica, Cotonteaster racemiflora, Crataegus laciniata, Daphne laureola, Rosa canina, Rosa sicula, Amelanchier ovalis,* ainsi que *Lonicera kabylica.* ces espèces sont abondantes à des altitudes variant de 1603 à 1667 m. Selon Quézel et Barbero (1989), ces espèces appartiennent aux caractéristiques transgressives de l'alliance *Lonicero-Juniperion hemisphaericae*.
- La strate herbacée marquée par l'abondance des espèces suivantes : *Anthemis pedunculata, Acinos alpinus* ssp. *meridionalis, Galium aparine, Galium mollugo, Hypochaeris laevigata, Viola munbyana, Vicia ochroleuca* ssp. *atlantica, Ornithogalum algeriense (*espèce endémique), ainsi que *Senecio perralderianus.*

3.3. La cédraie thermophile à chêne vert

3.3.1. Description physionomique, structurale, floristique et écologique

Ce groupement est représenté à une altitude supérieure à 1293m et inférieure à 1570m et une orientation diversifiée dominée par l'exposition Sud.

Si les essences exigeantes se limitent à la zone nord, c'est le chêne vert qui s'y substitue dans la zone méridionale (Benabid, 1985). Le cèdre de l'Atlas forme très

généralement des forêts pures ou presque pures ; seul *Quercus rotundifolia* lui est souvent associé, et cela sur toute l'étendue de son amplitude altitudinale (Quézel, 1998).

Cette cédraie située en adret est composée d'espèces indicatrices des conditions chaudes et sèches, c'est le domaine des xérophytes épineux et des chaméphytes.

L'intensité de l'action anthropique est attestée par la présence de *Calicotome spinosa, Ampelodesmos mauritanica, Genista tricuspidata,* et par l'abondance particulière des espèces liées au surpâturage (*Asphodelus ramosus,Ferula communis, Festuca atlantica*), et surtout des thérophytes plus ou moins nitrophiles. A noter aussi que ce groupement est individualisé par la présence de *Juniperus oxycedrus,* localisé à de basses altitudes.

Quézel et Santa (1962-1963) placent les espèces rencontrées dans ce groupement dans les formations de broussailles, clairières et pâturages très ouverts et dégradés.

3.3.2. Interprétation phytosociologique

C'est un groupement qui se rapporte aussi aux *Quercetea pubescentis* et *Querco-Cedretalia atlanticae*, mais on remarque l'abondance des espèces caractéristiques des *Quercetea ilicis*. Barbero *et al.*(1981) signalent que cette classe regroupe principalement l'ensemble des formations sclérophylles, mais également des chênaies caducifoliées et des cédraies. Dans cette classe, on note en particulier la présence de l'alliance *Balanseao glaberrimae-Quercion rotundifoliae.*

Les espèces thermophiles caractéristiques de ce groupement sont : *Ampelodesma mauritanica, Astragalus armatus* ssp. *numidicus, Ruscus aculeatus, Artemisia absinthium, Bupleurum montanum, Festuca atlantica* ssp. *atlantica, Ilex aquifolium, Berberis hispanica, Ptilostemon riphaeus, Cynoserus elegans,* et des pyrophytes, tels que : *Juniperus oxycedrus, Calicotome spinosa et Genista tricuspidata,* qui sont des espèces indicatrices des milieux perturbés.

Les espèces différentielles de ce groupement sont : *Echium asperrimum, Plantago lanceolata, Convolvulus althaeoides, Trifolium glomeratum, Trifolium campestre, Polycarpon polycarpoides, Silene inflata, Lagurus ovatus, Rumex bucephalophorus, Torilis purpurea, Trifolium stellatum, Vicia sativa,* des espèces dont la présence est uniquement dans ce groupement.

Les espèces transgressives des *Quercetea ilicis* sont abondantes dans ce groupement, on note la présence notamment de : *Ampelodesma mauritanica, Calycotome spinosa, Pulicaria odora, Eryngium tricuspidatum, Daphne gnidium* et de celles des *Rosmarinetea*, qui sont : *Hieracium pseudopilosella, Catananche coerulea* et *Galium mollugo,* espèces dont la présence atteste de l'ouverture du milieu.

Il est à noter aussi la présence des espèces différentielles de l'alliance du *Genisto tricuspidatae- Calycotomion spinosi,* représentées par: *Ampelodesma mauritanica, Genista tricuspidata et Calycotome spinosa ;* elles sont liées aux structures incendiées à chêne vert-cèdre.

Tableau n° 10: Tableau synthétique des trois groupements végétaux obtenus par l'AFC et la CAH

N° des groupements végétaux	**G2**	**G1**	**G3**
Nombre de relevés	**25**	**48**	**16**
Nombre d'espèces	**177**	**127**	**162**
Espèces constantes présentes dans tous les groupements			
Cedrus atlantica	V	V	V
Quercus ilex ssp. *ballota*	V	IV	V
Juniperus hemisphaerica	II	V	II
Ilex aquifolium	II	III	II
Berberis hispanica	II	IV	II
Daphne gnidium	III	I	II
Rosa canina	III	III	IV
Lonicera etrusca	II	II	II
Lonicera kabylica	II	III	II
Astragalus armatus ssp. numidicus	II	III	II
Sambucus ebulus	I	I	II
Crataegus laciniata	II	III	III
Asphodelus ramosus	III	III	IV
Ruscus aculeatus	III	II	II
Brachypodium sylvaticum	II	IV	II
Ampelodesma mauritanica	IV	III	III
Artemisia absinthium	II	III	IV
Acinos alpinus ssp. meridionalis	III	IV	II
Anagallis monelli ssp. linifolia	I	III	II
Anthemis pedunculata	II	V	III
Arabis alpina ssp. caucasica	III	IV	II
Arabis pubescens	+	I	+
Asplenium ceterach	+	I	II

Asplenium trichomanes	+	+	+
Bupleurum montanum	II	III	II
Carduncellus pinnatus	+	I	II
Catananche caerula	I	+	II
Festuca atlantica ssp. atlantica	IV	V	IV
Galium mollugo	III	III	III
Galium scabrum	III	II	II
Galium tunetanum	II	II	II
Geranium molle	+	+	+
Geranium purpureum	I	II	II
Hieracium pseudopilosella	II	IV	II
Hyoseris radiata	II	I	II
Hypochaeris radiata	I	IV	III
Iberis odorata/linifolia	II	III	II
Knautia mauritanica	II	V	II
Lamium flexuosum	I	+	II
Linaria multicaulis ssp. heterophylla	I	I	II
Lotus creticus ssp. collinus	II	II	III
Malva sylvestris	+	+	II
Mentha pulegium	+	II	+
Pallenis spinosa	+	+	+
Phlomis bovei	II	I	III
Plantago coronopus	II	II	II
Potentilla micrantha	II	+	II
Ptilostemon riphaeus	II	IV	+
Saxifraga globulifera	II	II	II
Sedum sediforme	I	II	I
Senecio perralderianus	III	V	+
Silene coelirosa	+	+	II
Smyrnium rotundifolium	+	+	+
Teucrium polium	II	III	II
Tapsia garganica	II	+	II
Aegilops ovata	I	I	II
Anagallis arvensis	+	II	II
Carlina involucrata ssp. corymbosa	II	I	II
Cuscuta epithymum	+	II	+
Cynoglossum cheirifolium	+	I	+
Cynoglossum creticum	I	+	II
Cynosurus elegans	I	II	+
Euphorbia phymatosperma ssp. cernua	I	+	II
Galium aparine	I	III	II
Lotus corniculatus	+	IV	II
Scabiosa atropurpurea ssp. maritima	II	I	II
Sedum caerulum	II	I	II

Senecio leucanthemifolius	II	+	II
Stellaria pallida	II	II	II
Balansaea glaberrima	II	III	II
Cyclamen africanum	I	I	II
Epipactis helleborine ssp. platyphylla	+	I	+
Pteridium aquilinum	I	I	II
Cynoglossum sp.	I	I	II
Helianthemum cinereum ssp. rotundifolium	II	III	II
Helianthemum helianthemoides	II	IV	II
Hypochaeris laevigata	II	IV	II
Sedum album	+	+	II
Teucrium chamaedrys	II	IV	II
Espèces différentielles des groupements 1 et 2			
Cotoneaster racemiflora	I	IV	
Daphne laureola	II	IV	
Erysimum grandiflorum	I	IV	
Rosa sicula	I	III	
Thalictrum minus	I	III	
Pinus nigra ssp. mauretanica	I	II	
Erinacea anthyllis	II	II	
Ornithogalum algeriense	+	II	
Carex sp.	I	II	
Amelanchier ovalis	I	I	
Thlapsi perfoliatum	+	I	
Sedum dasyphyllum	I	I	
Phillyrea media	+	I	
Hordeum murinum	+	I	
Bunium alpinum ssp. atlanticum	+	I	
Ranunculus spicatus	I	I	
Anthyllis vulneraria	I	+	
Calendula tomentosa	+	+	
Lithospermum arvense	+	+	
Physospermum verticillatum	I	+	
Cerastium brachyppetalum	+	+	
Linaria reflexa	II	+	
Espèces différentielles des groupements 1 et 3			
Prunus prostrata		II	II
Bupleurum spinosum		II	II
Doronicum atlanticum		II	+
Vicia ochreuloca ssp. atlantica		II	II
Viola odorata		II	II
Viola sylvestris cf. rechenbachiana		II	+
Paronychia argentea		I	II
Sedum acre		I	II

Thymus hirtus		I	II
Calamintha officinalis		+	II
Umbilicus rupestris		+	+
Torilis arvensis		+	II
Xeranthemum inapertum		+	II
Fumaria sp.		+	+
Espèces différentielles des groupements 2 et 3			
Juniperus oxycedrus	III		III
Calicotome spinosa	III		II
Rosa sempervirens	I		II
Rubus ulmifolius	II		III
Genista tricuspidata	II		IV
Hedera algeriensis	+		II
Aristolochia longa	I		II
Asperula hirsuta	I		III
Bellis annua	+		II
Carduus macrocephalus	+		+
Carduus pycnocephalus	II		II
Centaurea pubescens	II		II
Clinopodium vulgare	I		II
Convolvulus cantabricus	II		II
Convolvulus sabatius ssp. mauritanicus	I		II
Cynosurus echinatus	+		II
Dittrichia viscosa	+		II
Eryngium tricuspidatum	I		II
Eryngium triquetrum	I		II
Ferula communis	+		III
Hypericum australe	+		+
Lamium garganicum	II		+
Linum corymbiferum	II		II
Origanum vulgare ssp. glandulosum	I		III
Prunella laciniata	II		II
Pulicaria odora	I		II
Sanguisorba minor ssp. verrucosa	I		II
Sinapis pubescens	II		II
Alchemilla arvensis	+		II
Andryala integrifolia	+		II
Arabis glabra	+		+
Arabis hirsuta ssp. sagittata	I		II
Biscutella didyma	+		II
Blackstonia grandiflora	I		III
Bromus squarrosus	II		+
Chenopodium vulvaria	+		+
Crucianella angustifolia	+		II

Crupina vulgaris	+		+
Daucus carota	I		II
Geranium lucidum	I		+
Hypericum perforatum	I		II
Legousia falcata	+		+
Plagius maghrebinus	+		II
Arisarum vulgare	+		+
Pistorinia brevifolia	I		II
Ranunculus ficaria	I		II
Cirsium sp.	+		+
Filago sp.	+		II
Helianthemum croceum	+		+
Rhamnus myrtifolia	I		II
Satureja graeca	+		+
Teucrium flavum	I		II
Espèces différentielles du groupement 1			
Viola munbyana		IV	
Galium erectum		II	
Ranunculus macrophyllus		II	
Viola alba ssp. dehnhardtii		I	
Vicia onobrychioides		+	
Vincetoxicum hirundinaria		+	
Herniaria cf. ciliolata		+	
Sherardia arvensis		+	
Verbascum rotundifolium		+	
Vicia cf. glauca		+	
Muscari comosum		+	
Papaver sp.		+	
Espèces différentielles du groupement 2			
Urginea maritima	III		
Acer obtusatum	II		
Clematis flammula	II		
Dianthus virgineus ssp. longicaulis	II		
Minuartia verna var. kabylica	II		
Dactylis glomerata	II		
Rhamnus alaternus	I		
Centaurea cf. africana	I		
Helichrysum stoechas	I		
Senecio nebrodensis	I		
Thesium humifusum	I		
Cistus sp.	I		
Sorbus aria (semis)	+		
Prunus avium	+		
Moehringia pentandra	+		

Polygala nicaeensis	+		
Potentilla caulescens	+		
Prunella vulgaris	+		
Reseda alba	+		
Scorzonera laciniata	+		
Senecio vulgaris	+		
Taxus baccata	I		
Juncus sp.	+		
Matthiola sp.	+		
Espèces différentielles du groupement 3			
Dactylis glomerata			III
Echium asperrimum			II
Plantago lanceolata			II
Convolvulus althaeoides			II
Trifolium glomeratum			II
Trifolium campestre			II
Alyssum sp.			II
Stipa sp.			I
Polycarpon polycarpoides			+
Silene inflata			+
Lagurus ovatus			+
Rumex bucephalophorus			+
Torilis purpurea			+
Trifolium stellatum			+
Vicia sativa			+
Veronica sp.			+

Partie II. Approche structurale et dynamique

1. Le taux d'échantillonnage

Le taux d'échantillonnage correspond au rapport entre la taille de l'échantillon et la taille de la population (Rondeux, 1999).

En présence d'une population finie composée de **N** observations de même taille, pour laquelle **n** observations ont été échantillonnées, le taux d'échantillonnage **f** est égal à :

$$f = n/N$$

Sachant que dans notre cas :

- la surface cumulée des 40 placettes de sondage, dont 28 placettes ont 4 ares et les 12 autres 5 ares, est de **n =1,72 ha**,
- la superficie totale des différents fragments forestiers des cinq sites échantillonnés calculée à partir de l'application ACME Planimeter(www.acme.com/planimeter/) en utilisant Google map est **N= 310 ha,**

Le taux d'échantillonnage est **f= 0,55%.**

Ce taux d'échantillonnage est satisfaisant, car pour un massif forestier, on réalise généralement des échantillons sondés sur le terrain avec un taux de sondage très dense (0,5 voire 1%)(DNCN, 2009).

2. Analyse des données stationnelles écologiques

Les placettes de sondage s'échelonnent sur une large amplitude altitudinale de plus de 500 m, allant de 1289 à 1818 m. Toutefois, la majorité des placettes (65 %) est située entre 1400 et 1600 m d'altitude (Figure n° 25). Elles correspondent au peuplement mixte de cèdre et de chêne vert. Les placettes situées au-dessus de 1600 m (22,5 %) sont occupées par la cédraie pure, où le chêne vert est exclu du peuplement, sur le flanc nord du djebel Tigounatine.

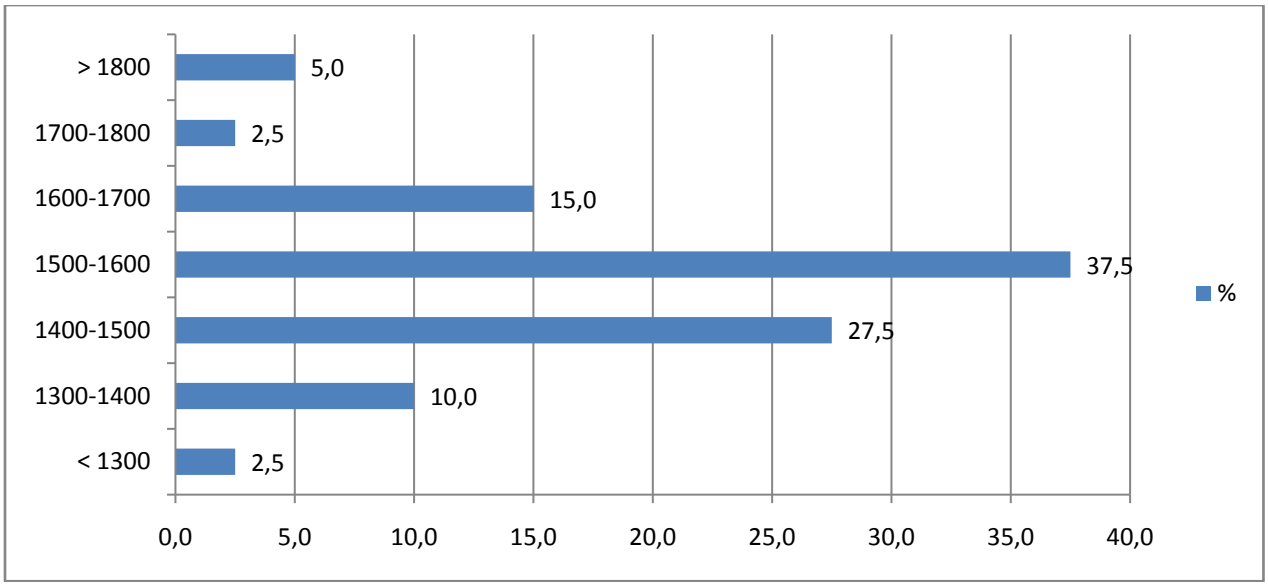


Figure n°25 : Distribution du taux de placettes en fonction des classes d'altitude

Les classes de pente utilisées sont celles définies par la FAO (1977). La majorité des placettes (77,5 %) est située sur des pentes fortes (25-55 %) (Figure n° 26). Un certain nombre de placettes (15 %) est localisé sur des pentes très fortes (plus de 55 % et jusqu'à 70 %). Ces dernières se rencontrent plus spécialement sur les flancs du djebel Taouielt, où l'érable à feuilles obtuses (*Acer obtusatum*) est présent et trouve grâce à son système racinaire puissant (Mediouni et Azira, 1992) un habitat instable, qui lui est favorable.

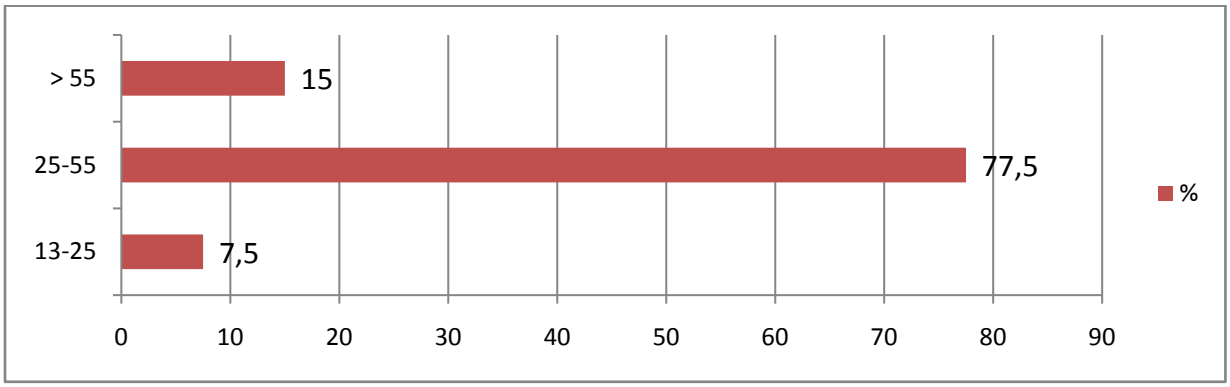


Figure n° 26 : Distribution du taux de placettes en fonction des classes de pente

Les placettes de sondage ont été choisies à des expositions très variables (Figure n°27). Mais, les expositions d'ubac sont légèrement plus fréquentes par rapport à celles d'adret (22 relevés contre 18 respectivement).

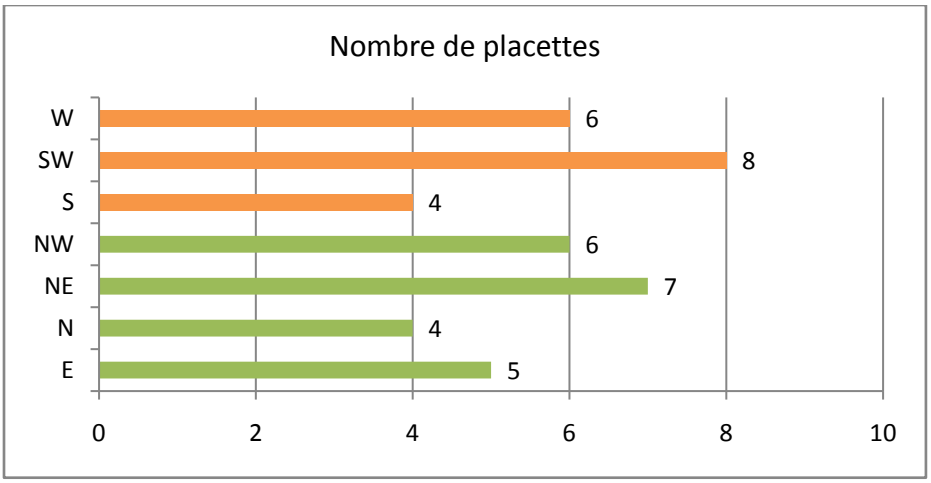


Figure n° 27 : Distribution du nombre de placettes en fonction des expositions

Ces facteurs écologiques stationnels (exposition, pente et altitude) sont susceptibles d'introduire des variations dans la structure du peuplement plus ou moins importantes. Les facteurs stationnels ont une influence majeure sur la quantité de lumière reçue au niveau du couvert végétal (Spittlehouse et Stathers, 1989). L'intérêt de tels renseignements se justifie par l'étude des interactions entre le peuplement (caractérisé par son état actuel et son accroissement) et les conditions écologiques dans lesquelles il se développe (Lecomte et Rondeux, 2002).

3. Les caractères dendrométriques, structuraux et dynamiques

Au niveau des 40 placettes échantillonnées (de 4 à 5 ares), un total de 526 individus de ligneux hauts (arbres et arbustes, d'une circonférence minimale de 10 cm et une hauteur minimale de 2 m) ont été recensés.

3.1. Densité des tiges par placettes et par hectare

La densité d'un peuplement est connue habituellement par le nombre de ses tiges à l'hectare (Gaudin, 1996). On l'estime à partir du nombre moyen de tiges trouvées sur des placettes de surface déterminée et en rapportant ce nombre à l'hectare (Pardé et Bouchon, 1988). D'autre part, selon Pardé et Bouchon (1988), la connaissance de la moyenne et de l'écart-type suffit souvent à préciser dans tous ses détails une distribution statistique : c'est le cas très fréquent en matière forestière.

On constate sur la figure n° 28 que la densité des tiges toutes essences confondues par placette extrapolées à l'hectare montre une forte variabilité d'une placette à une autre, avec une moyenne pour le peuplement de 307,37 arbres à l'hectare (avec un écart-type de ± 56,23 tiges). On constate également que 42,5% des placettes de sondage présentent des densités supérieures à la moyenne, tandis que 57,5% des placettes présentent des densités de tiges inférieures à cette moyenne du peuplement. La densité maximale est enregistrée au niveau de la placette n° 25 avec 450 arbres à l'hectare (cédraie-chênaie à If située à Tighzert), alors qu'au niveau des placettes N° 4 et 19(cédraie pure au djebel Tigounatine), on a enregistré la plus faible densité avec seulement 200 arbres à l'hectare pour chacune.

Cette variabilité de la densité est liée au moins en partie à une influence des conditions du milieu. Cependant, le coefficient de variation calculé, étant faible (18,29%), traduit une forte homogénéité du peuplement.

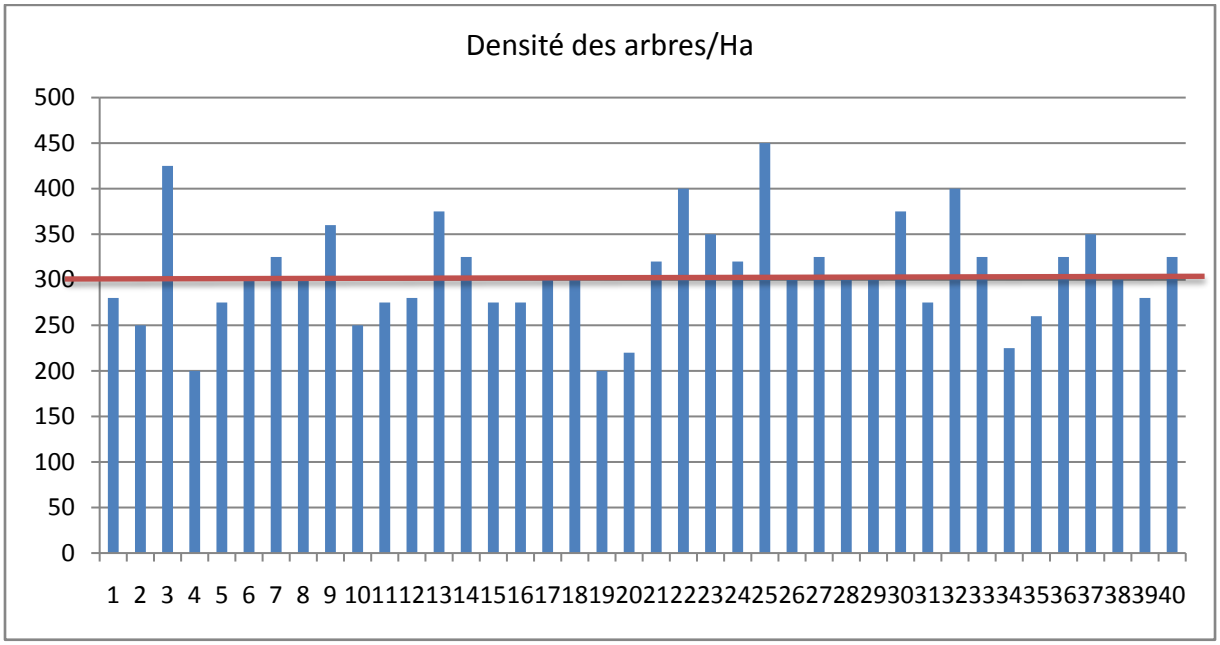


Figure n° 28 : Distribution de la densité des tiges du peuplement à l'hectare (toutes essences confondues). Le trait horizontal en rouge indique la moyenne.

Dans ce peuplement, la densité moyenne des tiges du cèdre est de 230,81 individus/ha. La densité moyenne du chêne vert (présent dans 26 placettes sur 40, soit 65 % du nombre total) est de 55,23 individus/ha. La densité moyenne du peuplement de cèdre ou du cèdre-chêne vert est ainsi de 286 tiges/ha. Seules 21 tiges à l'hectare appartiennent à d'autres espèces ligneuses hautes.

3.2. Structure du peuplement

La *structure d'un peuplement*, c'est simplement l'histogramme du nombre de tiges par catégories de diamètres (Dagnelie, 1971 *in* Bouchon, 1979). La structure est un descripteur nécessaire.

3.2.1. Distribution des tiges par classes de circonférences toutes essences confondues

Les circonférences notées dans notre sondage sont très variables et se présentent sous forme d'une distribution discontinue (de 10 à 480 cm). On a donc choisi de les distribuer en 16 classes de circonférence avec un intervalle de classe de 30 cm (figure n° 29).

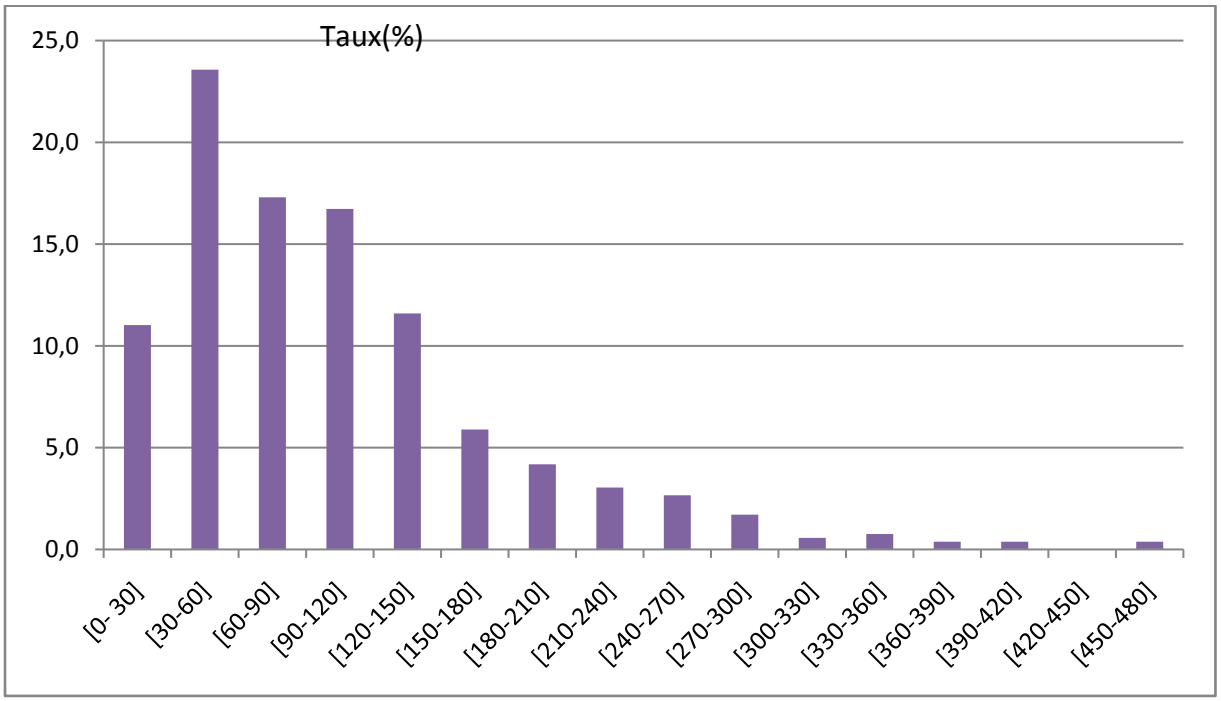


Figure n° 29 : Distribution du nombre de tiges du peuplement (toutes essences confondues) dans les classes de circonférences

La répartition des 526 tiges mesurées durant le sondage dans ces 16 classes de circonférence détermine la structure diamétrique du peuplement. L'allure de l'histogramme donnant le nombre de tiges par classes de circonférences montre une décroissance assez régulière du nombre de tiges de classe en classe. Cette distribution est sous forme d'un « i », traduisant ainsi le caractère inéquienne et irrégulier de ce peuplement (Dossou *et al.*, 2012). Il

s'agit d'une distribution de type « asymétrique positive » (Loetsch *et al.,* 1973 *in* Ajbilou *et al*. 2003).

Si l'on considère les fréquences relatives des tiges du peuplement en fonction des classes de circonférence, les 5 classes de 0-150 cm renferment 80,42 % des individus et 23 % de ces individus sont représentés dans la classe 30-60 cm. Au niveau des classes supérieures (plus de 150 cm), les individus sont faiblement représentés avec une fréquence de près de 20 %. On observe également un faible taux des jeunes sujets de 10 à 30 cm de circonférence, traduisant un déficit dans la régénération naturelle du peuplement.

3.2.2. Répartition par catégories de grosseur de bois

Dans un peuplement irrégulier (futaie irrégulière), en fonction du diamètre ou de la circonférence à 1,30 m du sol, les arbres peuvent être répartis en quatre catégories de dimension (IFN, 2010):

- Petit bois : circonférence au moins égale à 23,5 cm et strictement inférieure à 70,5 cm.
- Moyen bois : circonférence au moins égale à 70,5 cm et strictement inférieure à 149,5 cm.
- Gros bois : circonférence au moins égale à 149,5 cm et strictement inférieure à 212,5 cm.
- Très gros bois : circonférence au moins égale à 212,5 cm.

Nous avons ainsi réparti l'ensemble des tiges mesurées durant l'échantillonnage en 4 catégories de grosseur (Tableau n° 11). On remarque qu'on a un effectif très important de 303 tiges (soit 57,61% du nombre total des arbres sondés) classé dans les catégories de petit bois et de bois moyens. Les gros bois et très gros bois ne représentent que 17.88 % des tiges du peuplement. Ce sont de vieux semenciers de cèdre, qui peuvent assurer la régénération naturelle du peuplement.

Tableau n° 11 : Répartition des nombres de tiges par dimensions de bois

Classe de circonférence (cm)	Nombre de tiges	Taux (%)	Types de bois
[23,5- 70,5[	150	28,52	Petits bois
[70,5- 149,5[	153	29,09	Bois moyens
[149,5- 212,5[	49	9,32	Gros bois
≥ 212,5	45	8,56	Très gros bois

3.2.3. Composition en essences des peuplements de cèdre

La composition rend compte de la proportion des différentes essences qui constituent le peuplement principal. Elle peut s'apprécier en nombre de tiges de chaque essence (ou en surface terrière).

Le cèdre organise à Tikjda des peuplements, soit purs, soit en mélange avec diverses essences. Il se présente à l'état pur sur 25 % des placettes sondées (soit 10/40 placettes), localisées presque toutes sur le versant nord du djebel Tigounatine, entre 1537 et 1818 m d'altitude. Sur 75 % des placettes, le cèdre (2,7 à 21,7 m de haut) est toujours l'essence prépondérante, mais il se présente en peuplement mixte avec des arbres et des arbustes, comme *Quercus rotundifolia* (4-11 m de haut), *Pinus nigra* subsp. *mauretanica* (4-11 m), *Juniperus oxycedrus* (3-9 m), *Taxus baccata* (4-6 m), *Acer obtusatum* (2-6 m) et *Ilex aquifolium* (2-3,5 m). Mais, c'est surtout le chêne vert qui est co-dominant et se mélange au cèdre en strate arborée (65 % des placettes), entre 1311 et 1650 m, et plus rarement le pin noir (2 placettes), sur le versant Ouest du djebel Tigounatine, vers 1580-1600 m.

Le mélange des 2 essences cèdre-chêne vert se fait toujours en faveur du cèdre qui représente presque partout l'espèce dominante avec plus de 60 % du peuplement mixte et parfois plus de 80 % (figure n° 29). Ce n'est qu'au niveau des placettes du site de Taouielt Est (altitude 1450 m), que ce taux atteint des valeurs basses (54-57 %), voire seulement 42 % pour le cèdre (placette 40, 1310 m). Vers 1290 m, le cèdre disparaît au profit du chêne vert.

Les autres espèces ne sont présentes que sporadiquement, en strate arbustive essentiellement sous la canopée du cèdre, selon les conditions stationnelles propices à leur développement (leur fréquence d'occurrence est : le houx 5 placettes, l'oxycèdre 3, l'érable 2, l'if et l'aubépine laciniée, 1 placette chacun).

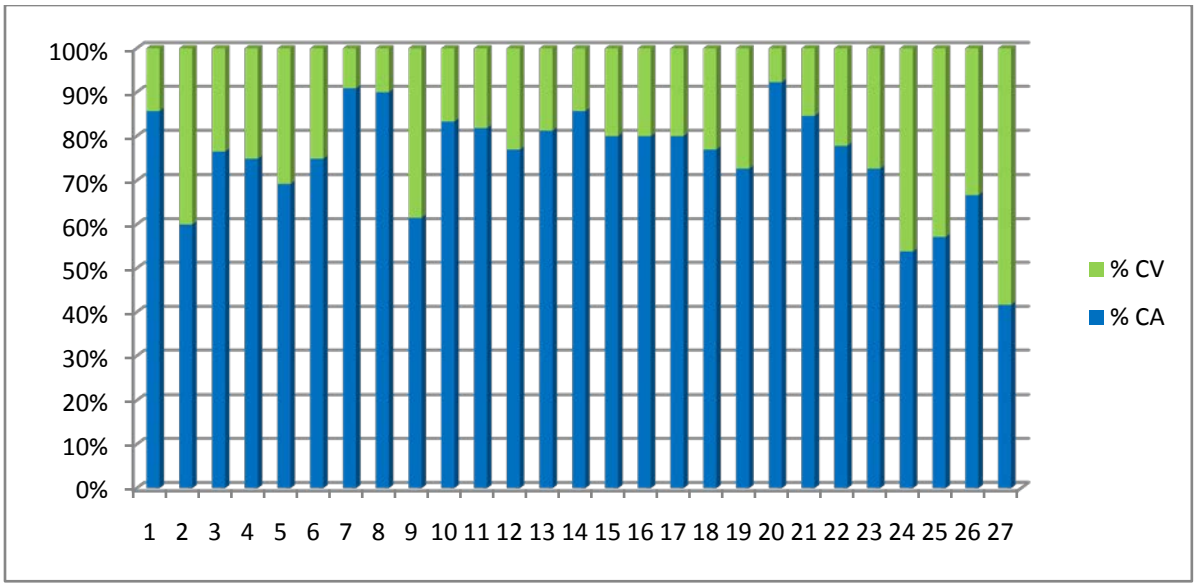


Figure n° 30 : Proportions du cèdre d'Atlas (CA) et du chêne vert (CV) dans leurs peuplements mixtes.

Cette diversité ligneuse du peuplement de cèdre de Tikjda, où sont représentés des Conifères (cèdre, pin noir, oxycèdre), des feuillus sclérophylles sempervirents (chêne vert, houx) et plus rarement des feuillus caducifoliés (érable), qui mérite d'être soulignée, n'est encore présente sur le terrain que dans quelques niches écologiques favorables, étroitement localisées.

3.2.4. Structure du peuplement et importance des essences constitutives

Dans cet histogramme de la structure du peuplement étudié à Tikjda, il nous paraît nécessaire de détailler l'importance des essences constitutives du peuplement (figure n° 31).

On constate ainsi que *Cedrus atlantica* représente l'essence dominante dans toutes les classes de circonférences, avec 397 tiges, soit 75,48% de l'effectif total de l'échantillon (tableau n° 12). Sa forte fréquence dans la classe de circonférence de 30 à 60 cm est à signaler. On remarque aussi que *Cedrus atlantica* est la seule essence présente dans les classes de circonférences supérieures, soit de 300 à 480 cm, avec un total de 13 tiges de grandes dimensions.

L'essence secondaire, la mieux représentée avec *Cedrus atlantica* dans les classes comprises entre 30 et 300cm, est *Quercus ilex* subsp. *Ballota* avec 95 tiges, soit 18,06% de l'effectif total des tiges, qui sont en peuplement mixte sur 65 % du terrain d'étude. Ces deux espèces représentent à elles seules plus de 93 % de l'effectif total des tiges.

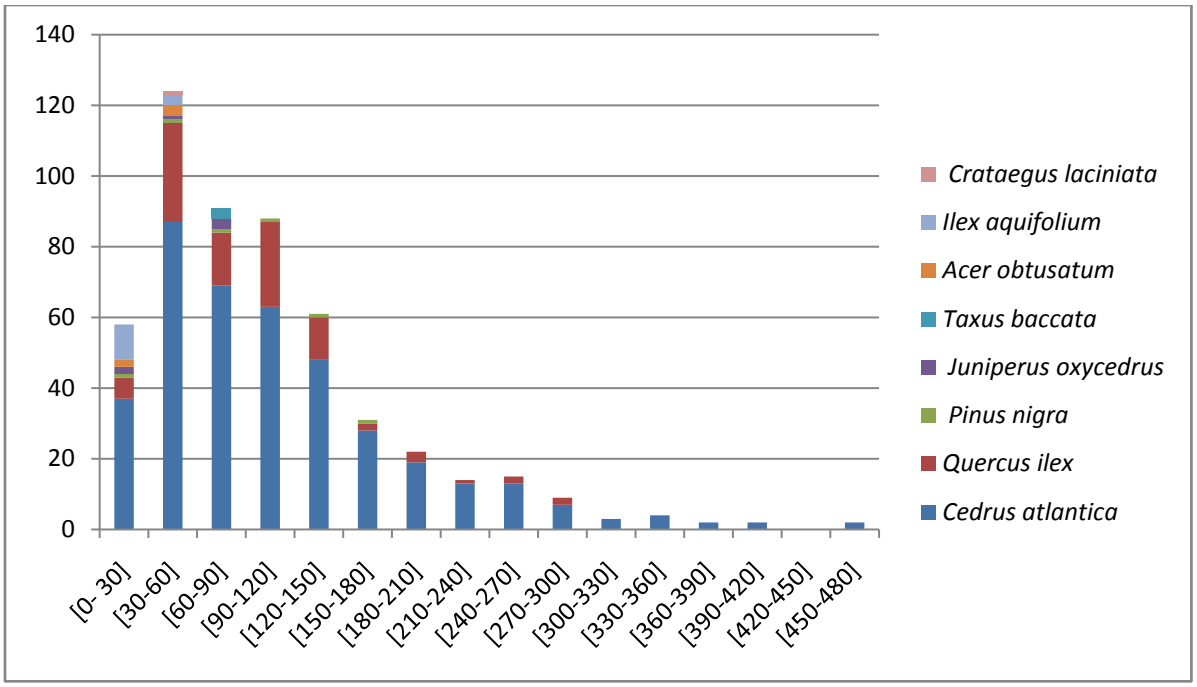


Figure n° 31: La distribution du nombre de tiges par classes de circonférences

Tableau n° 12 : Importance relative des différentes essences (fréquence et densité des tiges)

Espèces	*Cedrus atlantica*	*Quercus ilex*	*Pinus nigra*	*Juniperus oxycedrus*	*Taxus baccata*	*Acer obtusatum*	*Ilex aquifolium*	*Crataegus laciniata*
Nombre	397	95	6	6	3	5	13	1
Fréquence (%)	75,48	18,06	1,14	1,14	0,57	0,95	2,47	0,19
Densité (pieds/ha)	230,81	55,23	3,49	3,49	1,74	2,91	7,56	0,58

Les classes de faibles circonférences, inférieures à 180cm, renferment les jeunes sujets de *Cedrus atlantica*, *Quercus ilex* subsp. *ballota*, et quelques espèces sporadiques, telles que *Ilex aquifolium*(2,47% du nombre total des tiges du peuplement sondé), *Acer obtusatum* (0,95%), *Juniperus oxycedrus* (1,14%), *Pinus nigra* subsp. *mauretanica*(1,14 %), *Taxus baccata*(0,57%) et *Crataegus laciniata* (0,19%), dont les potentialités de croissance radiale et la compétition interspécifique ne permettent pas de dépasser ces circonférences. Ces 6 espèces sporadiques ne représentent en tout que moins de 7 % du nombre total de tiges.

A noter que la classe entre (0-10) et 30 cm renferme les jeunes sujets de *Cedrus atlantica*, avec 37 individus seulement, soit 7% du nombre total des tiges échantillonnées. Ceci dénote un déficit de la régénération naturelle du cèdre sur le terrain d'étude.

3.2.5. Comportement dynamique des essences constitutives

Parmi les espèces ligneuses, on distingue plusieurs catégories d'essences en fonction de leur comportement dynamique et de leur stratégie de reproduction (Rameau *et al*., 2008) :

- Les **pionnières**, qui colonisent les milieux ouverts, perturbés, instables, recherchant la pleine lumière au stade juvénile et supportant le stress imposé par le micro climat ; ex. *Juniperus, Crataegus.*
- Les **post pionnières**, qui interviennent généralement ensuite dans la sylvigenèse (essences souvent de grande taille, au tempérament plus ou moins héliophile dans leur jeune âge) ; ex. *Pinus nigra, Quercus, Acer.*
- Les **dryades**, ou espèces d'ombre à l'état juvénile (lumière filtrée) et qui interviennent beaucoup plus tard dans la dynamique évolutive de la forêt ; ex. *Cedrus, Taxus, Ilex.*

Dans notre cas, on constate que les espèces pionnières ne représentent que 4,07 tiges/ha, les post pionnières 61,63 tiges/ha et enfin les dryades dominent largement avec 240,12 tiges/ha (figure n° 32). Ceci traduit une bonne dynamique évolutive du peuplement de cèdre de Tikjda.

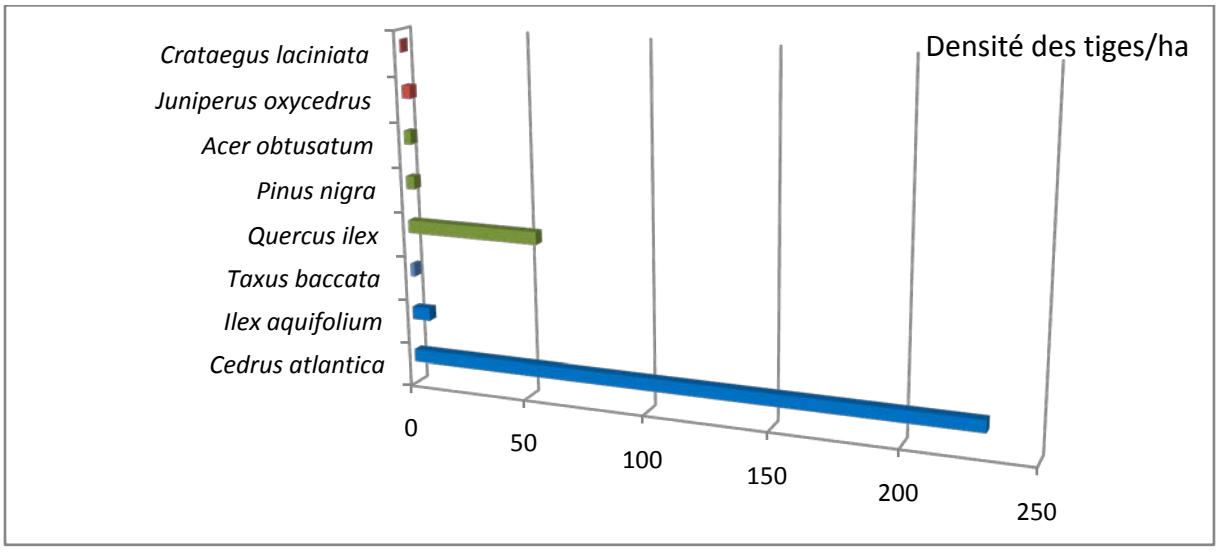


Figure n° 32: Importance relative des essences en fonction de leur comportement dynamique

3.3. Ajustement de la distribution des tiges à une courbe de régression

L'ajustement de la distribution du nombre de tiges en classes de circonférence à une courbe de régression est de type logarithmique, avec un coefficient de corrélation élevé pour le peuplement toutes espèces confondues (r = 0,834) et pour le peuplement de cèdre seul (r =

0,811). Les coefficients de détermination obtenus, pour le peuplement toutes essences confondues (R^2 = 69,6%) et pour le peuplement de cèdre uniquement (R^2 = 65,9 %), traduisent le bon ajustement de cette distribution, malgré une asymétrie positive (figures n°33 et n°34). Ces modèles reflètent un déficit de régénération naturelle (Ajbilou et *al*., 2003), qui concerne plus spécialement le cèdre.

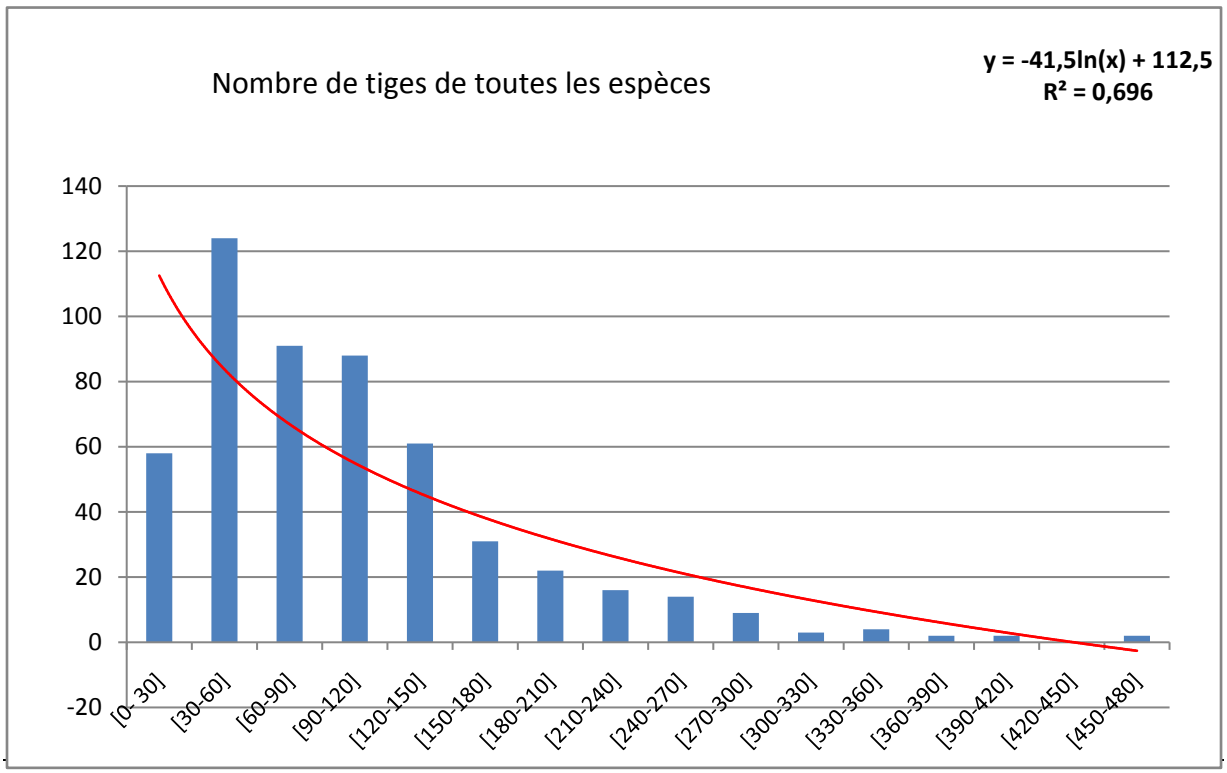


Figure n°33: La courbe et équation de régression du nombre de tiges du peuplement (toutes essences confondues) en fonction des classes de circonférences

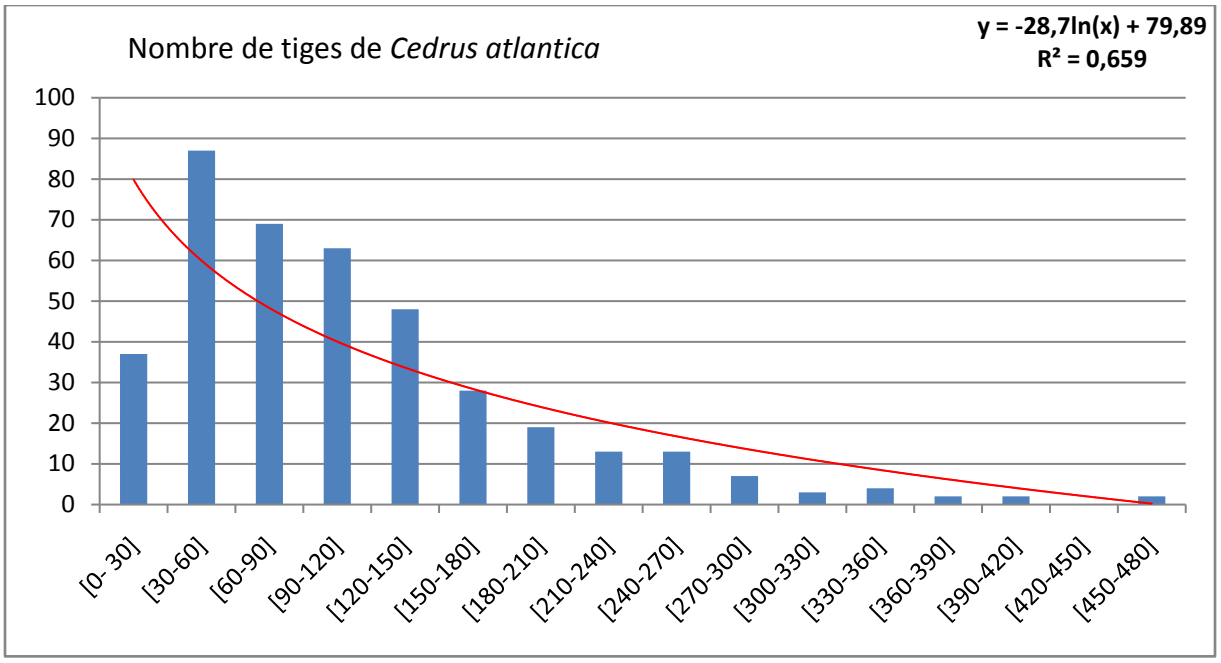


Figure n°34 : Courbe et équation de régression du nombre de tiges du cèdre en fonction des classes de circonférences

3.4. La surface terrière

Pour caractériser la structure d'un peuplement forestier, il est nécessaire d'utiliser un indice d'occupation du sol et de l'espace par les arbres. C'est généralement la *surface terrière*, qui est utilisée (Bordenave et de Granville, 1998). Pour l'estimation de la surface terrière, l'emploi de la circonférence est plus souvent recommandé.

Dans notre cas, la surface terrière totale est de 1187,51 m² pour une surface sondée de 1,72 ha, soit une moyenne de 690,41 m²/ha pour l'ensemble du peuplement.

La surface terrière moyenne par placette est de 29,69 m²/ha ± 21,59 (figure n° 35). On constate que la distribution de la surface terrière est très variable d'une placette à une autre, avec un minimum de 3,86m²/ha (placette n° 16) et un maximum de 125,73 m² (placette n° 04). Cette surface terrière est également élevée pour les placettes N° 1, 6 et 10, avec respectivement 64,22 m² /Ha, 57,35 m²/Ha et 57,03m²/Ha. Ces placettes, qui présentent une surface terrière importante, sont situées dans le site de Tigounatine. On a enregistré une très faible surface terrière, en plus de la placette n°16, dans la placette n° 29, soit 9,48 m²/Ha.

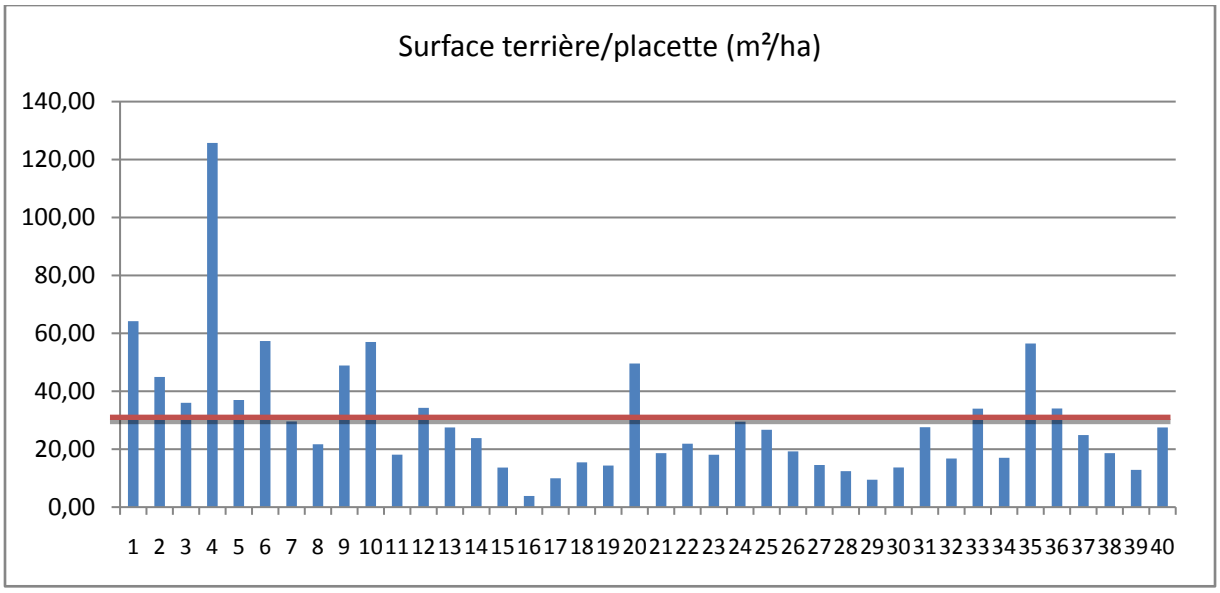


Figure n° 35 : La distribution de la surface terrière par placette. Le trait horizontal en rouge indique la moyenne.

Il convient de signaler que la placette n° 16, située au djebel Tigounatine (1818 m d'altitude), représente un bouquet de régénération de cèdre, alors que la placette n° 04, située également au djebel Tigounatine (1560 m), renferme des sujets âgés de cèdre, représentant un biovolume important (vieille réserve).

L'étendue de la variation de la surface terrière au niveau du peuplement de Tikjda est exprimée par le coefficient de variation, qui s'avère élevé 72,71%.Celui-ci traduit par conséquent une hétérogénéité du peuplement étudié.

3.5. La hauteur moyenne du peuplement

3.5.1. La hauteur moyenne par placette toutes essences confondues

La hauteur moyenne du peuplement est la moyenne des hauteurs de tous les arbres de la placette (toutes essences confondues) (figure n°36). Elle varie entre un minimum de 4,93 m (placette 16, bouquet de régénération) à un maximum de 16 m (placette 4, vieille futaie de cèdre). La hauteur moyenne est de 10,98 m ± 2,41 pour l'ensemble du peuplement. Le coefficient de variation a une valeur assez faible de 21,91 %, traduisant une bonne homogénéité de cette hauteur moyenne du peuplement.

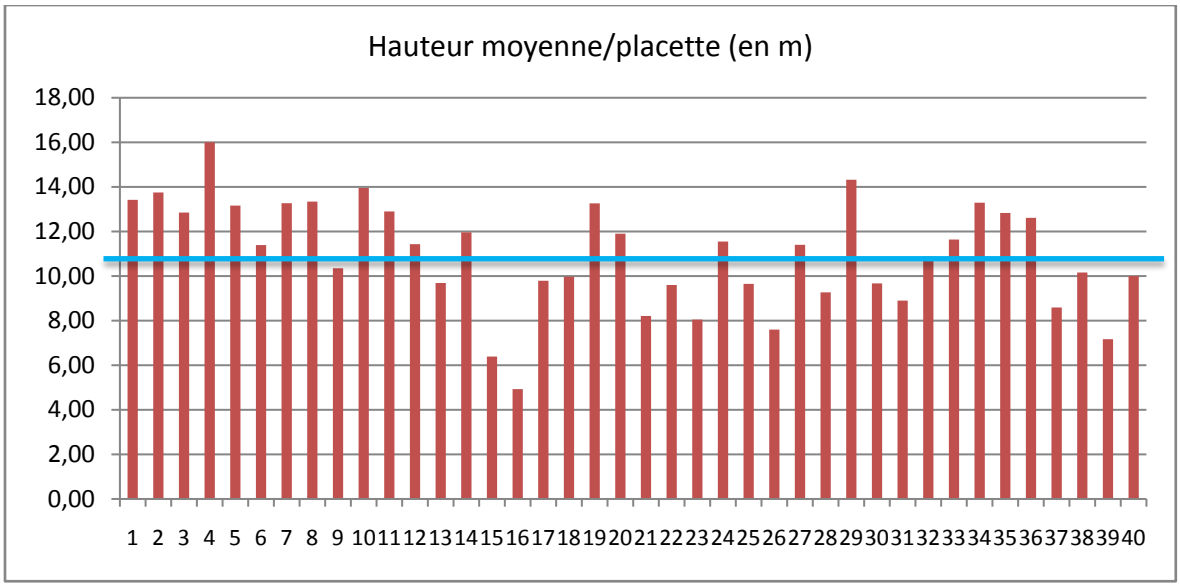


Figure n° 36 : Hauteur moyenne du peuplement par placette. Le trait horizontal en bleu indique la moyenne.

3.5.2. La distribution des arbres par classes de hauteurs

La distribution des individus par classes de hauteur représente la structure verticale du peuplement. La répartition des tiges par classes de hauteurs (10 classes au total allant de 1,7 à 17m, avec un intervalle de 1,70m) est présentée sous forme d'un histogramme traduisant la structure verticale du peuplement étudié (figure n° 37).

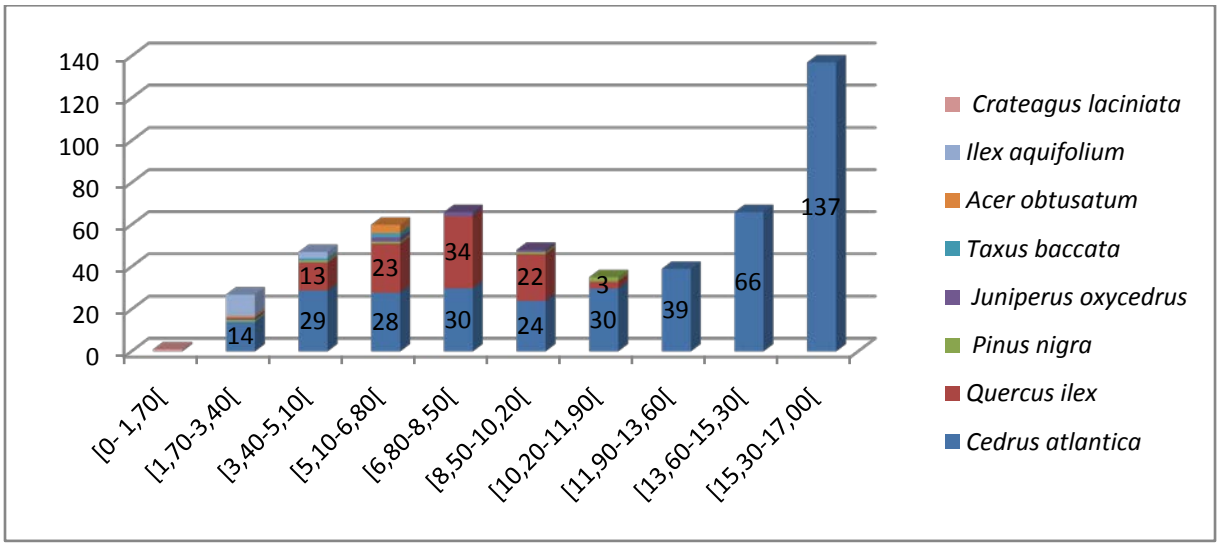


Figure n° 37: La distribution des nombres d'arbres par classes de hauteurs.

Dans notre zone d'étude, la strate arborée est marquée par la dominance de *Cedrus atlantica*, avec une hauteur moyenne de 12,25m, avec des valeurs extrêmes de 1,78 à 22,1 m de haut. Le cèdre représente l'essence principale dans toutes les classes de hauteurs ; il domine dans plusieurs classes de hauteur, notamment dans la classe supérieure de 15,30 à 17m, avec 26,05% de l'effectif total des arbres. *Quercus ilex* subsp. *ballota* présente une hauteur moyenne de 7,31 m, avec des valeurs extrêmes pour cette espèce de 2,97m et 11,2m. Il est présent dans les classes inférieures (3,4 à 11,9 m de hauteur) et domine dans la classe de hauteur située entre 3,40m et 11,90m. Par contre, il est absent au-delà de cette classe. Les autres espèces des strates arborée et arbustive montrent différentes hauteurs moyennes, telles que *Pinus nigra* (7,19 m), *Juniperus oxycedrus*(6,88 m), *Taxus baccata*(5,38 m), *Acer obtusatum* (5,33 m), *Ilex aquifolium* (2,96 m) et *Crataegus laciniata* (1,6 m) ; elles sont surtout présentes dans les classes inférieures à 11,9 m de hauteur.

3.6. Le facteur d'élancement des tiges

Le facteur d'élancement ou de stabilité (équilibre entre croissance en hauteur et croissance en diamètre) est un facteur primordial qui s'intègre au diagnostic d'un peuplement forestier et sans lequel il n'est pas possible de parler de son avenir et de sa gestion. On le détermine par le rapport entre hauteur et diamètre **(H/D).** Il peut être défini à l'échelle d'un arbre ou d'un peuplement. Plus ce facteur est élevé, plus le peuplement est élancé et instable et donc sensible à la perturbation naturelle de type chablis (arbres renversés par le vent ou la neige). Selon De Champs (1987), ce sont les arbres, ou peuplements à faible élancement, qui résistent le mieux au vent.

Dans notre cas, le facteur d'élancement des tiges de cèdre varie d'une placette à l'autre entre 17,88 et 60,26, avec une moyenne du peuplement faible de 36,43 (figure n° 38). Il varie entre 13,35 et de 65,23, avec une moyenne de 20,42 pour le chêne vert. Ces deux valeurs moyennes signifient que ce peuplement est dans l'ensemble résistant aux aléas extérieurs, tels que le vent et la neige. Toutefois, les peuplements mixtes cèdre-chêne vert présenteraient une meilleure stabilité par rapport aux peuplements purs de cèdre, vis-à-vis de la perturbation naturelle de type climatique.

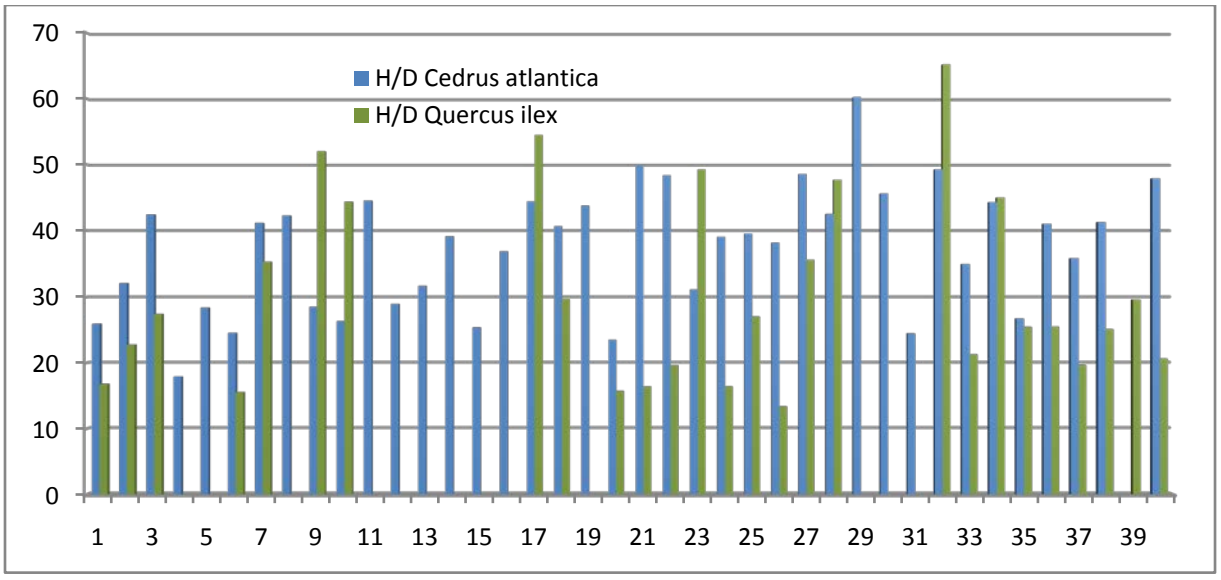


Figure n° 38 : Facteur d'élancement (H/D) des tiges de *Cedrus atlantica* et de *Quercus ilex*

Partie III : Analyse des facteurs anthropiques

1. Estimation des actions anthropiques au niveau de la cédraie de Tikjda

Les perturbations anthropiques touchant le patrimoine végétal résultent des actions indirectes et directes (le défrichement, les délits de coupes, les prélèvements anarchiques et excessifs de bois, les feux sauvages, le surpâturage en forêt), qui ont pour conséquence une transformation complète des écosystèmes forestiers dans leurs structures et leurs compositions floristiques (Le Houérou, 1993 ; Quézel *et al.*, 1999).

1.1. Echelle d'appréciation du degré de perturbation de la forêt

Nos observations directes sur le terrain d'étude, nous ont permis d'estimer le degré de perturbation de la forêt sous l'effet de l'action anthropique. Ces observations ont été enregistrées sur chacun des 90 relevés floristiques et nous ont permis de faire une estimation de plusieurs facteurs de perturbation actifs et visibles (coupes en délit, surpâturage, passage du feu, pollutions) au niveau des 5 sites d'étude de la forêt de Tikjda.

Pour cela, nous avons procédé de manière statistique (ou fréquentielle), en utilisant une échelle d'estimation commune du degré de perturbation, qui est comme suit (Labat, 1987) :

Echelle d'appréciation du degré des perturbations :

3 : perturbation forte

2 : perturbation moyenne

1 : perturbation faible

0 : perturbation nulle

1.2. Intensité du surpâturage

D'une manière générale, les troupeaux de bovins quittent les étables en bordure ou à l'intérieur des forêts (figure n° 39) très tôt le matin et se dirigent vers les zones de pâturage situées surtout à Tigounatine Nord/El Kef, Tighzert et Tighilt Tabount. Ils parcourent toute la journée en forêt et rejoignent les étables au coucher du soleil, le pâturage se fait en errance libre. Cela confirme les propos de Montero et Canellas (1998), qui signalent qu'en Algérie, les éleveurs préconisent le pâturage libre du bétail, sans limitation de la densité de charges et sans clôtures.

Figure n° 39 : Etable en pleine forêt à Tigounatine Nord/El Kef à 1667m d'altitude

Pour notre part, on estime que 1/3 des emplacements des relevés sont soumis à un surpâturage d'une intensité moyenne ou forte (figure n°40).

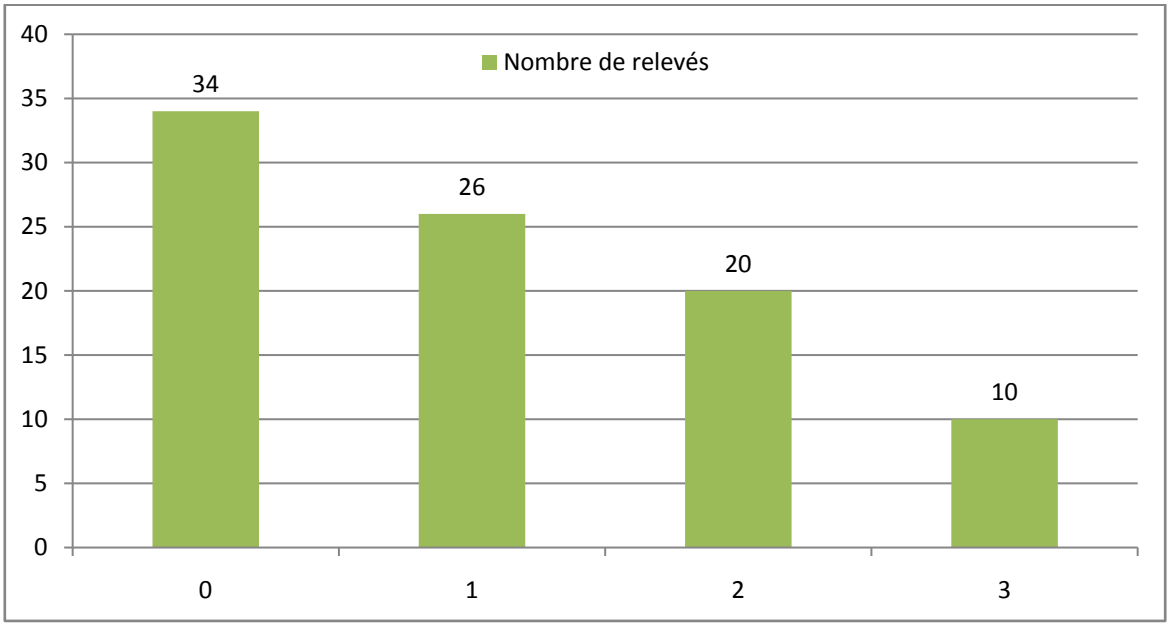


Figure n° 40 : Estimation du degré de surpâturage dans les différents sites de la zone d'étude

Boubchir (2011) signale que dans le PND, un cheptel de 45 000 têtes divague sur une superficie de 8300 ha, soit une moyenne de 5,4 têtes/ha. Pour Le Houérou (1980), la capacité de charge des pâturages méditerranéens est de 0,7 têtes à l'hectare. Ce chiffre indique que dans le PND, le nombre de têtes de bétail est 7 fois plus important à ce que la forêt peut supporter. D'autre part, les capacités de charge des pâturages ne sont pas les mêmes selon qu'on a affaire à un pâturage déjà dégradé ou non.

Ce surpâturage a ainsi pour conséquence d'éliminer par broutage les jeunes régénérations, les branches basses et les rejets et les effets du piétinement sur le sol sont aussi graves (Louni, 1994). En effet, ce phénomène de surpâturage n'a cessé de mettre en danger tout le patrimoine forestier de la région de Tikjda. Le cheptel en surnombre détruit le couvert végétal protecteur, tout en rendant par le piétinement la surface du sol pulvérulente et en tassant celui-ci, il réduit la perméabilité du sol, donc ses réserves en eau, et augmente le ruissellement (Bedrani, 1993).

En outre, l'élevage bovin extensif (figures n° 41 et 42) constitue une source de revenus conséquente pour les agropasteurs, sur les terres domaniales offrant des UF gratuites (Nedjraoui, 2003). Cette pratiques péculative prend de plus en plus la place de la traditionnelle transhumance, ou *Aqdar,* une activité strictement économique. Au Djurdjura,

dans la société traditionnelle, *aqdar*, était un rituel collectif qui débouchait sur des manifestations socio-économiques (engraissement des bovins et commercialisation sur les marchés) (Dahmani, 1990 ; Abdennebi-Oularbi, 2005). Il a laissé place à cet élevage extensif et purement spéculatif.

Figure N° 41 : présence du cheptel bovin en pleine forêt (Tighilt Tabount)

Figure N° 42 : présence de déjections de bovins en pleine forêt (Tigounatine Nord)

1.3. Intensité des coupes de bois en délit

Cette pression anthropique concerne l'ensemble du massif forestier de Tikjda. C'est essentiellement dans un but lucratif, ou dans un but de chauffage pour les ménages ruraux touchés par des hivers rigoureux, que des coupes abusives sont effectuées.

Les coupes du bois sont surtout concentrées à Tigounatine Nord/El Kef, Tighzert et Tighilt Tabount, cela peut s'expliquer par la proximité de ces sites de la route. Pour notre part, on estime que 39 % des emplacements des relevés sont soumis à des coupes en délit d'une intensité moyenne ou forte localement (figure n°43).

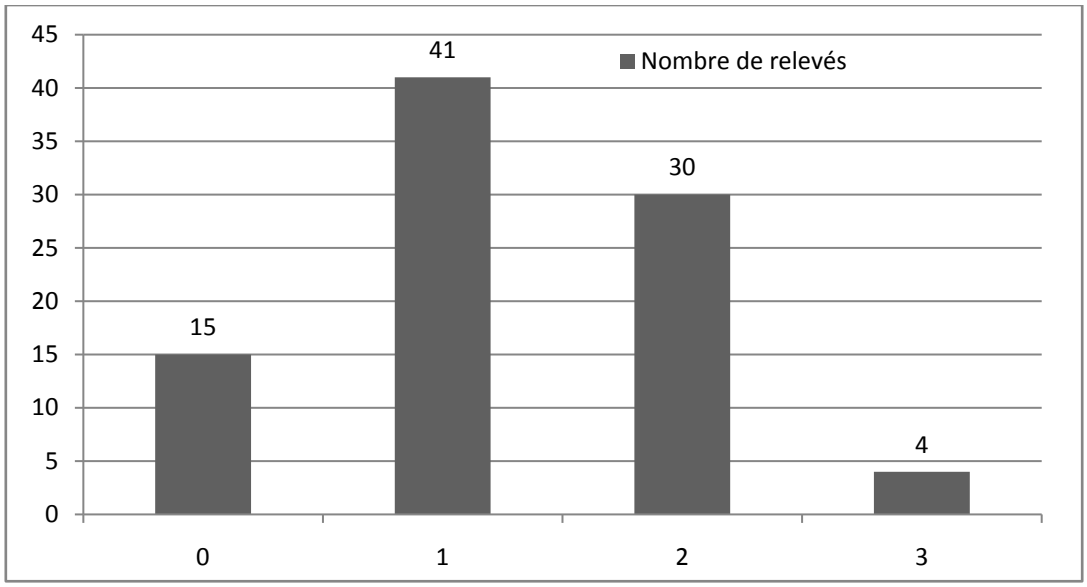


Figure n° 43 : Estimation du degré de coupes de bois dans les différents sites.

Ces coupes sont illicites dans le domaine forestier, selon Contreras-Hermosilla (1997 *in* FAO, 2001), pour plusieurs raisons :

- Il s'agit d'une zone protégée,
- Le prélèvement de bois est supérieur au volume autorisé par l'administration du PND,
- Les coupes touchent des essences protégées (comme le cèdre, l'If …) (figure n° 44),
- Les coupes se font dans des zones sensibles et érodables, telles que les versants abrupts, les berges des cours d'eau et les bassins versants,
- Les coupes concernent indistinctement des arbres de petite et de grande taille.

Toutes ces coupes illicites entraînent une consommation excessive du bois et contribuent à l'épuisement des ressources énergétiques, dont les effets se répercutent sur l'environnement.

Figure n°44 : Bois de cèdre coupés au sol (Tigounatine Nord/El Kef).

1.4. Intensité du passage du feu

Les dégâts provoqués par les feux de ces dernières années sont très graves, notamment ceux du feu de l'été 2012 qui a provoqué, selon le bilan de la direction du PND(2013), la destruction d'une superficie de 245 ha, dont 15 ha du cèdre, 100 ha de chêne vert, 130ha de broussaille. La répétition des feux de forêt a eu comme effet direct la réduction de la surface forestière et la fragmentation de la forêt.

Dans les fragments forestiers qui subsistent, on a estimé que l'intensité du passage du feu est généralement nulle ou faible (79 des placettes sur 90) (figure n° 45). Il s'agit de fragments forestiers encore préservés du passage du feu. Toutefois, sur une dizaine de placettes l'intensité est déjà moyenne et dans une placette le peuplement de cèdre est actuellement remplacé par une plage de régénération post-incendie.

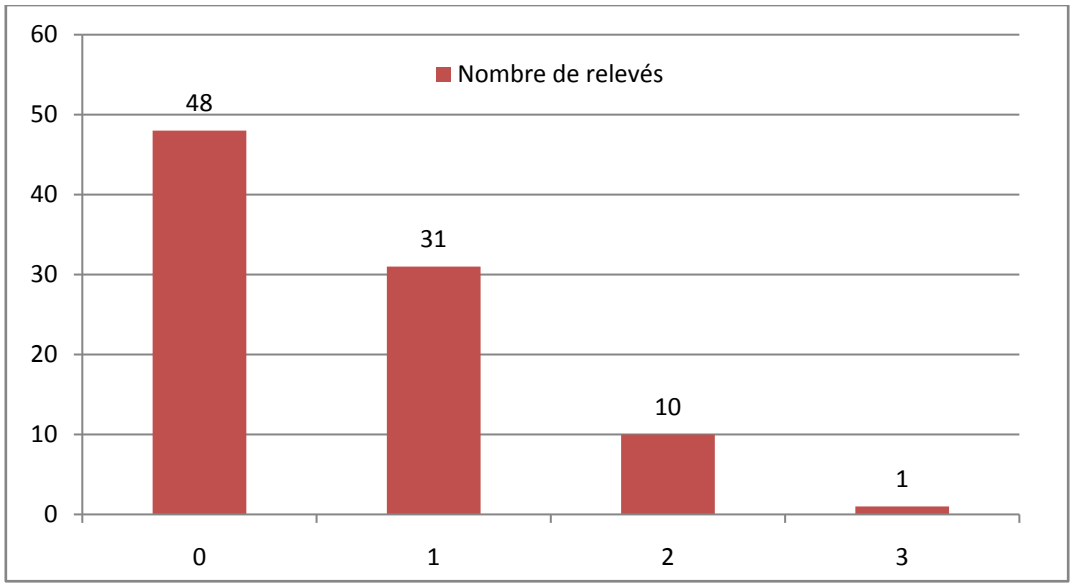


Figure n° 45 : Intensité du passage de feu

1.5. Autres perturbations (déchets solides, eaux usées)

L'insalubrité touche presque tout le territoire du Parc national du Djurdjura, pourtant classé réserve mondiale de biosphère depuis 1997. Sur les sites ouverts à la fréquentation dans la zone d'étude, on trouve d'importantes quantités de déchets laissés par les visiteurs : sachets, pots de yaourts, bouteilles en plastique d'eau, canettes de bières et d'autres déchets nuisibles à l'environnement. Cette pollution est surtout accentuée au niveau de Tigounatine Nord/El Kef, de Tighzert et de Tighilt Tabount, en liaison avec la proximité des axes routiers, des sites d'hébergements et de détente.

Les panneaux, qui rappellent aux visiteurs la conduite à tenir à l'intérieur du territoire du PND, n'ont pas eu l'effet escompté et les poubelles, qui sont mises en place au niveau des sites fréquentés, sont en nombre insuffisant.

Cependant, à travers nos observations, il ressort que les peuplements forestiers loin des voies d'accès sont peu ou pas perturbés par cette pollution (75 placettes sur 90). Par contre, certaines parties proches des routes sont moyennement perturbées (14 placettes) (figure n°46).

Au niveau du site Tighilt Tabount, on note même la présence à ciel ouvert du réseau d'assainissement pour l'évacuation des eaux usées de l'hôtel.

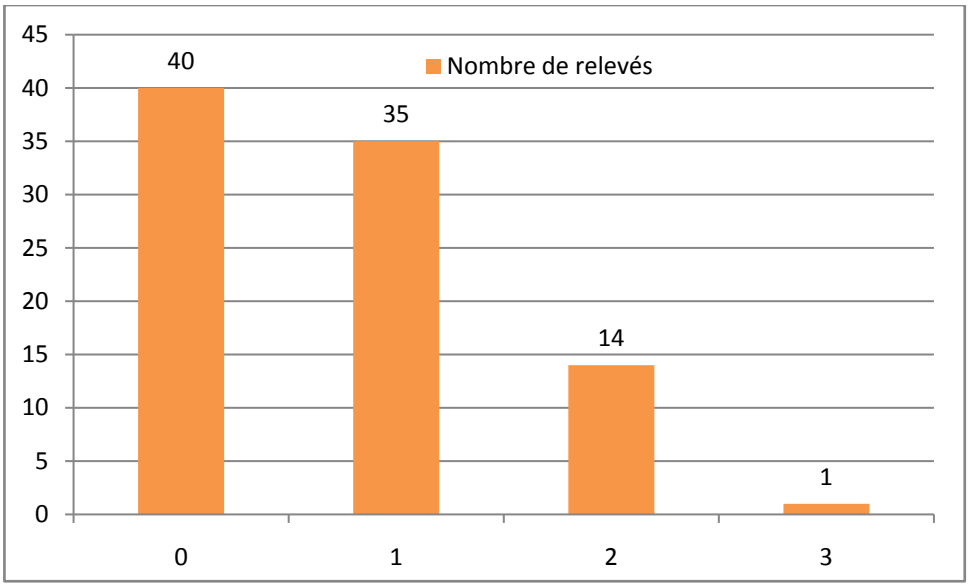


Figure n° 46 : Intensité de la perturbation « déchets solides » dans les différents sites

2. Analyse en composantes principales des facteurs anthropiques de perturbation

2 .1. Corrélations entre les divers facteurs écologiques et de perturbation estimés ou mesurés

Afin d'apprécier les diverses corrélations linéaires qui peuvent exister entre les facteurs écologiques (altitude, pente, exposition, surface du relevé et recouvrement de la végétation) et les facteurs anthropiques (passage du feu, surpâturage, coupes de bois et pollution par les déchets solides) de l'ensemble des 90 relevés effectués au niveau des 5 sites d'étude, nous avons soumis ces variables à une analyse de données multivariée, l'analyse en composantes principales à l'aide du logiciel Xlstat. Les résultats obtenus sont exprimés par une matrice de corrélation entre les divers facteurs pris en considération dans cette analyse globale (Tableau n°13).

Tableau n°13 : Matrice de corrélation (coefficient de corrélation linéaire de Pearson)

Variables	Altitude (en m)	Exposition	Pente (%)	R végétation (en %)	Surface du relevé (en m²)	Passage du feu	Coupes de bois	Surpâturage	Autres Perturbations
Altitude (en m)	**1**	-0,152	**0,342**	-0,151	**0,235**	0,180	**0,233**	**0,261**	**-0,255**
Exposition	-0,152	**1**	-0,199	0,118	-0,013	0,016	-0,154	-0,102	**0,340**
Pente (%)	**0,342**	-0,199	**1**	-0,026	-0,082	**0,357**	-0,102	-0,158	**-0,284**
R de végétation (en %)	-0,151	0,118	-0,026	**1**	-0,113	0,089	0,085	-0,093	-0,015
Surface du relevé (en m²)	**0,235**	-0,013	-0,082	-0,113	**1**	-0,150	0,197	**0,286**	-0,199
Passage de feu	0,180	0,016	**0,357**	0,089	-0,150	**1**	0,082	**-0,279**	-0,052
Coupes de bois	**0,233**	-0,154	-0,102	0,085	0,197	0,082	**1**	**0,341**	-0,073
Surpâturage	**0,261**	-0,102	-0,158	-0,093	**0,286**	**-0,279**	**0,341**	**1**	0,023
Autres Perturbations	**-0,255**	**0,340**	**-0,284**	-0,015	-0,199	-0,052	-0,073	0,023	**1**

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification alpha=0,05

2.2. Interprétation des corrélations mises en évidence par l'ACP

L'interprétation des corrélations, qui existent entre les facteurs stationnels et les facteurs anthropiques de perturbation, mises en évidence par l'ACP est basée sur l'analyse du plan factoriel principal F1 (22,54 %) et F2 (19,74 %), qui explique 42,28 % de l'information pour ce plan (Figure n°47).

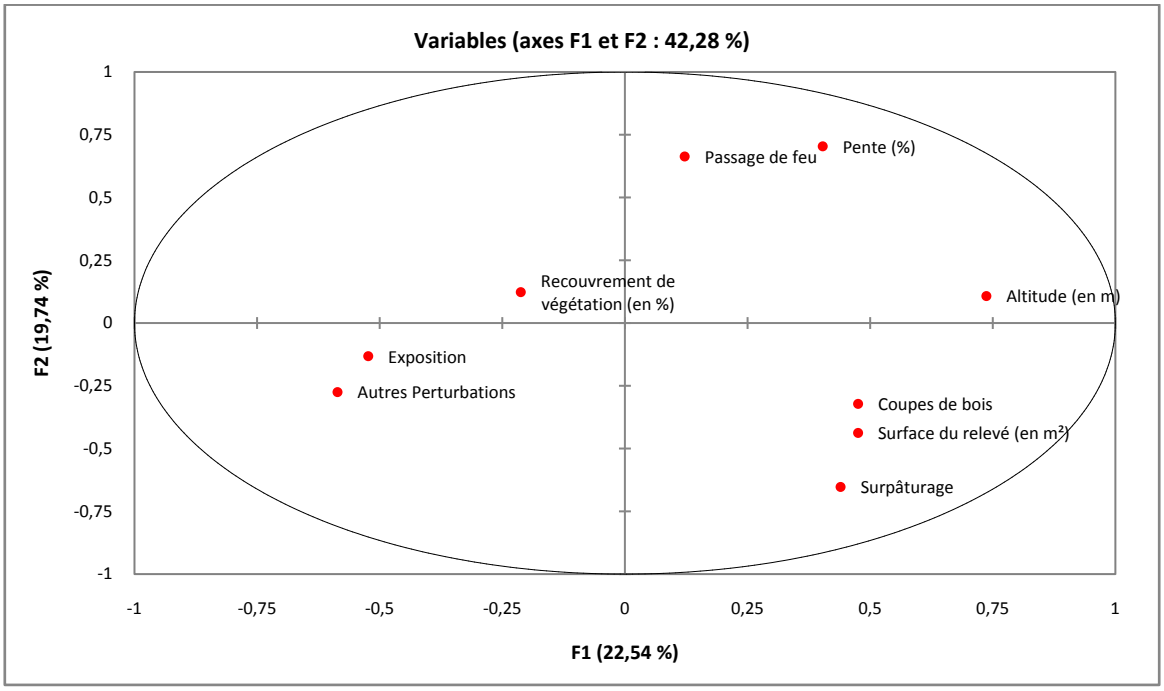


Figure n°47: Analyse en Composantes Principales, cercle de corrélation entre les variables

La matrice de corrélation entre les facteurs stationnels et les facteurs anthropiques de perturbation montre de nombreuses corrélations significatives :

- L'altitude et les coupes du bois sont deux variables corrélées positivement entre elles (r = 0,233), car il s'agit des sites de hautes altitudes qui sont les plus touchés par les coupes de bois,
- L'altitude et le surpâturage sont deux variables corrélées positivement entre elles (r = 0,261) ; l'effet de l'altitude est dû à la mobilité des troupeaux qui recherchent les ressources fourragères naturelles présentes plus spécialement dans les alpages et les pelouses d'altitude sur le territoire du parc,
- L'altitude et la perturbation (déchets solides) sont des variables inversement corrélées (r = -0,255), ceci est dû à l'inaccessibilité à ces sites.
- L'exposition et la perturbation (déchets solides) sont deux variables corrélées positivement entre elles (r = 0,340), les expositions d'ubac sont légèrement plus fréquentés par rapport à celles d'adret à cause de leur accessibilité par les différentes voies routières et l'existence d'infrastructures d'accueil assurant l'hébergement.
- La pente et le passage de feu sont deux variables corrélées positivement entre elles (r = 0,357), car la pente est connue pour accélérer la propagation du feu,
- La pente et la perturbation (déchets solides) sont des variables inversement corrélées(r = -0,284), car les endroits pentus sont difficiles d'accès, voire inaccessibles pour les touristes et les promeneurs qui sont la source de cette perturbation.
- Le surpâturage et le passage de feu sont des variables inversement corrélées (r = -0,279), car les périmètres brûlés sont dépourvus de biomasse, source indispensable pour le pâturage.
- Le surpâturage et les coupes du bois sont deux variables corrélées positivement entre elles (r = 0,341), car les périmètres concernés sont accessibles pour le cheptel ainsi que pour les coupeurs de bois.

2.3. Interprétation des sites les plus perturbés mis en évidence par l'ACP

Les résultats de l'ACP indiquent qu'il s'agit des sites de hautes altitudes (Taouielt Nord et Tigounatine Nord) qui sont les plus touchés par les coupes de bois et le surpâturage et que les sites de basses altitudes (Tighzert, Tighilt Tabount et Taouielt Est) sont les plus fréquentés et pollués, ceci est dû à la facilité d'accès à ces sites(figure n°48).

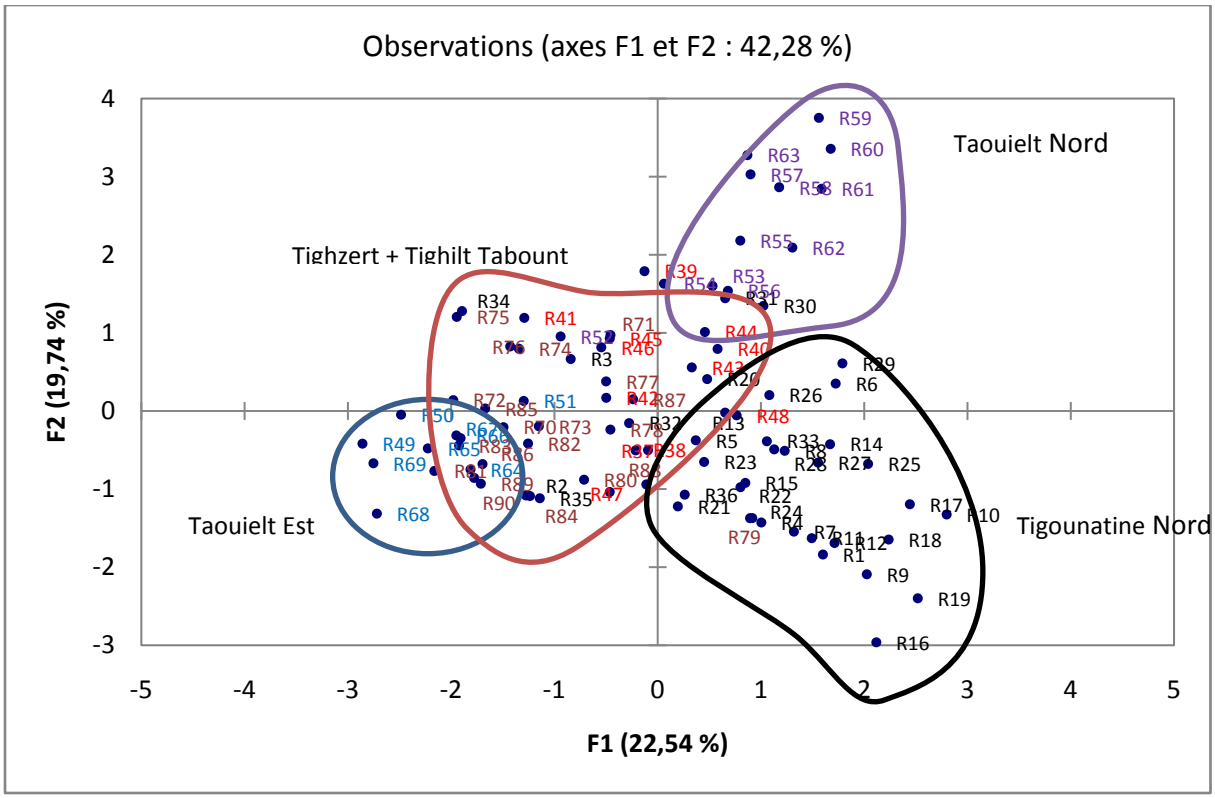


Figure n°48 : Plan factoriel principal de l'Analyse en Composantes Principales des relevés

Ces différentes perturbations anthropiques sur les milieux naturels se traduisent par la destruction massive des écosystèmes, notamment forestiers, du parc national du Djurdjura et sa périphérie. L'état actuel de la forêt de Tikjda est incontestablement impacté par les différents facteurs anthropiques évalués et estimés dans cette étude (coupes de bois, incendies, surpâturage, surfréquentation, etc.).

Conclusion générale

L’étude menée dans la cédraie de Tikjda, située en versant méridional du Djurdjura, a concerné les aspects suivants : floristique, phytosociologique, structurale et dynamique du peuplement.

L’analyse de la diversité floristique et biogéographique de la cédraie de Tikjda, située en bioclimat humide à hiver frais, nous a permis de tirer les conclusions suivantes :

- Les espèces des *Asteraceae* sont les mieux représentées dans cortège floristique de la cédraie de Tikjda,
- La codominance des hémicryptophytes et des thérophytes dans le spectre biologique brut,qui s’explique par l’importance de l’action anthropique, que subit le versant méridional du Djurdjura(Tikjda), engendrant ainsi, une dégradation du milieu qui est nettement visible (incendie, défrichement, pâturage).
- La présence d’un faible pourcentage d’espèces endémiques d’Algérie au sein de la flore recensée dans ce versant.

L’analyse factorielle des correspondances et la classification ascendante hiérarchique appliquées aux données floristiques, nous ont permis de déterminer trois groupements végétaux,avec leur description physionomique, floristique et écologique et un essai de leur interprétation phytosociologique :

Le premier groupement végétal est représenté par la cédraie forestière mésophile,située à Taouialt et Tighilt Tabount, appartenant à l’ordre des *Querco-Cedretalia atlanticae,* à l’alliance du *Paeonio-Cedrion atlanticae* et à l’association *Senecio perralderiani–Cedretum atlanticae,* et marquée par la présence exclusive de *Taxus baccata.*

Le second groupement est une cédraie préforestière mésophile à *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica,* localisée à Tigounatine Nord en ubac, où les touffes du genévrier hémisphérique ont un rôle dynamique important dans la reconstitution de la forêt de cèdre. Ce groupement est aussi caractérisé par l’abondance de l’absinthe,qui est un indicateur de dégradation du milieu (surpâturage), elle sert d’abri et de source d’alimentation au bétail.

Le troisième groupement est une cédraie thermophile à chêne vert, localisée sur le site du Rocher du pigeon, en adret. Elle est composée d’espèces indicatrices des conditions chaudes et sèches, domaine des xérophytes et des chaméphytes (Calicotome, Genêt tricuspide). Ce groupement se rapporte aussi aux *Quercetea pubescentis* et *Querco-Cedretalia atlanticae,* avec une abondance des espèces caractéristiques des *Quercetea ilicis,* cette classe regroupe principalement l’ensemble des formations sclérophylles, mais également des chênaies caducifoliées et des cédraies.

L’étude des caractères dendrométriques, structuraux et dynamiques a abouti aux conclusions suivantes:

La diversité ligneuse du peuplement de cèdre de Tikjda, représentée par l’existence des Conifères (cèdre, pin noir, oxycèdre), des feuillus sclérophylles sempervirents (chêne vert, houx) et plus rarement des feuillus caducifoliés (érable à feuilles obtuses), qui ne sont présents que dans quelques niches écologiques favorables, étroitement localisées. C’est dans ces sites favorables, que les vieux semenciers de cèdre ont le pouvoir d’assurer la régénération naturelle du peuplement.

Dans le versant sud de Tikjda, la strate arborée est marquée par la dominance de *Cedrus atlantica*. Les peuplements mixtes cèdre-chêne vert présentent une meilleure stabilité par rapport aux peuplements purs de cèdre, vis-à-vis de la perturbation naturelle de type climatique.

L’estimation de l’action anthropique à travers les divers facteurs estimés dans cette étude (coupes de bois, incendies, surpâturage, surfréquentation, etc.) concerne l’ensemble du massif forestier de Tikjda.

Le surpâturage, dû à la présence des troupeaux bovins dans toute la forêt, notamment à Tigounatine Nord/El Kef, Tighzert et Tighilt Tabount, ainsi que les coupes abusives de bois, effectuées, soit dans un but lucratif, ou bien pour les besoins en bois de chauffage des ménages des villages limitrophes, sont deux facteurs anthropiques qui n’ont cessé de mettre en danger tout le patrimoine forestier de la région de Tikjda, ainsi que la répétition des feux de forêt à travers les années ont eu comme effet direct la réduction de la surface forestière et la fragmentation de la forêt.

L’état actuel de la forêt de Tikjda est incontestablement impacté par ces différentes perturbations anthropiques sur les milieux naturels, comme la cédraie. Ces perturbations se traduiront par la destruction massive des écosystèmes forestiers du parc national du Djurdjura et sa périphérie, si des mesures de préservation actives ne sont pas mises en place rapidement.

Afin de protéger ce patrimoine forestier, des mesures de préservation doivent être prise telles que:

- La réglementation immédiate du pâturage et du tourisme plus précisément à Tikjda et Tigounatine.
- Mettre en place un programme de développement durable qui prendra en considération la préservation du patrimoine floristique et faunistique, la valorisation rationnelle du potentiel floristique, la mise en culture des espèces menacées et la mise en œuvre d’aménagements pour assurer la préservation et la conservation de la biodiversité.

Références bibliographiques

Abdessamed Kh.,1981. Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans les massifs de l ' Aurès et du Belezma. Etude phytosociologique, problèmes de conservation et d'aménagement. Thèse Doct. Ing. Univ . Aix-Marseille, p. 202.

Abdennebi O., 2005 . *La transhumance dans le Djurdjura : un rituel autrefois collectif Insaniyat* n°28, avril – juin 2005, pp. 85-88.

Achhal A ., Akabli O., Barbero M., Benabid A., M'hirit O., Peyre C., Quezel P.& Rivas-Martinez S., 1980. A propos de la valeur bioclimatique et dynamique de quelques essences forestières au Maroc .Ecologiamediterranea , 5 : 211- 249.

Ajbilou R., Marañón T., Arroyo J., 2003. Distribución de clases diamétricas y conservación de bosques en el norte de Marruecos. Inv. Agrar.Sist. Rec. F.;12: 111-123.

Alexandrian D., 1992. *Essences forestières : Guide pratique du forestier méditerranéen français (2ème édition)*. CEMAGREF. Aix-en-Provence.

Bachacou J. & Chessel D., 1979. Etude des structures spatiales en forêt alluviale rhénane. III. Dispersion interspécifique et analyse des correspondances. Oecol. Plant., 1 4 : 3 7 1 -388.

Barbero M., Quezel P. & Loisel R., 1990. Les apports de la phytoécologie dans l'interprétation des changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. Forêt Méditerranéenne, XII, 3: 194-216, Marseille.

Barbero M., Loisel R., Médail F. & Quézel P., 2001. Signification biogéographique et biodiversité des forêts du bassin méditerranéen. Bocconea, 13 : 11-25.

Barry J.P., Celles J.P.& Faurel L., 1976. Notice de la carte internationale du tapis végétal et les conditions écologiques. Feuille d'Alger au 1/ 1 000 C.R.B.T. : 42p.

Bedrani S., 1993. L'Algérie, un cas d'ajustement volontaire ? In *Ajustement et développement au Maghreb, en Afrique subsaharienne et en Europe de l'Est*. Etudes coordonnées par Guerraoui Driss, Les Editions Toubkal–Casablanca et l'Harmattan, Paris.

Belloula N., 2011. Etude expérimentale de l'Influence de la typologie des Cédraies sur la distribution des formes d'Azote dans certains sols du massif forestier du Chelia (W. De Khenchela) Magister *Filière :* Sciences Agronomiques, *Option :* Forêts et conservation des sols 136p.

Benabid A ., 1982. Etudes phytoécologique, biogéographique et dynamique des associations et séries sylvatiques du Rif occidental(Maroc). Thèse .Doct. Univ .Sci.Aix Marseille. 199p+ ann.

Benabid A ., 1985. Les écosystèmes forestiers pré forestiers et presteppiques du Maroc diversité, Répartition biogéographique et problèmes posés par leur aménagements forêt méditerranéenne, t. VII, n a 1, 1985, p60.

Benabid A., 1994. Biogéographie phytosociologie et phytodynamique des cédraies de l'Atlas *Cedrus atlantica*(Manetti) Ann. Rech. For. Maroc, (1994), T (27), 61-76

Benabid A., 2002. *Le Rif et le Moyen Atlas : biodiversité, menaces, préservation*. Doc. prép. AfricanMountains High SummitConference (Nairobi, mai 2002), Rabat/Salé.

Benabid A., Fennane M., 1999 : Principales formations forestières au Maroc in « Le Grand Livre de le Forêt Marocaine ». Mardaga éditeur. 26-144.

Benhalima S., 2006. *Les insectes xylophages et leur rôle dans le dépérissement du Cèdre de l'Atlas Cedrus atlantica (Endl.) Carrière dans le Haut et le Moyen Atlas (Maroc).* Thèse Doc.,Univ. Mohammed. V- Agdal, Rabat, 107 p.

Benmouffok A., 1993. Note de recherche : description de formation à *Cedrus atlantica* Manetti du massif central du Djurdjura. Cahiers Agricultures ; (**4)** : 383 -7.

Benmouffok A., 1994. Approche éco-pédologique dans les formations à *Cedrus atlantica* "cas du massif du Djurdjura Algérie" ann. rech. for. Maroc, (1994), t (27), 205-217.

Benmouffok A., 1995. Etude de la composition minérale de quelques formations landicoles de la région d'Ax Les Thermes. Rev Gaussenia, 6p+2 Fig.

Bentouati A., 2008. La situation du Cèdre de l'Atlas dans les Aurès(Algérie).Forêt Méditerranéenne, t. XXIX, (**2**) : 203-208.

Blondel J., 1995. La dynamique de la forêt naturelle. – Forêt médit. 16: 239-246.

Blondel J., 1999. La dynamique de la forêt naturelle. – ctes du colloque "la bio qualité dans la gestion forestière", 12 sept. (1995, LLN, Belgique). – Forêt wallone *39-40*: 7-15.

Bond W., 2001. *Keystone. Hunting the snark? – 292(5514)*: 63-64.

Bonin G., Gamisans J. & Gruber M., 1983. Etude des successions dynamiques de la végétation de la Sainte Baume (Provenance), Ecologia méditerr. T.IX, Fas. 3-4: 129-150.

Bonin G. & Tatoni ., 1990 . Réfelexions sur l'apport de l'analyse factorielle des correspondances dans l'analyse des communautés végétales et de leur environnement. Volume jubilaire de Pr Quezel.Ecol.Médit, 16 : 403-414.

Boubchir B ., 2011. Le PND sérieusement menacé : Un cheptel de 45 000 têtes divague dans le Djurdjura. Article presse. Le temps d'Algérie du 25/04/2011.

Bouchon J., 1979. Structure des peuplements forestiers. Annales des sciences forestières, vol.36.p. 175-209.

Bouchon J. & Parde J., 1988 . Dendrométrie. Ed. ENGREF. Nancy, 2émme éd. 326p.

Boudy P., 1950. Economie forestière Nord-Africaine : monographie et traitement des essences forestières. Ed. Larose, T2. Pp : 529-619.

Boudy P., 1952. Guide du forestier en Afrique du Nord. Ed. La Maison Rustique. 505 p.

Boudy P., 1955. Economie forestière Nord Africaine, description forestière de l'Algérie et de la Tunisie, T. IV : 483. La rose édit., Paris.

Bouheraoua H., 1993. Contribution à l'étude phytosociologique et phytodynamique des groupements végétaux de la forêt du Boudjurdjura(Tala Guilef, Djurdjura occidental).Mémoire Ing.Agr.U.M.M.T.O. 107p.

Bordenave B., & Granville J.-J., de 1998. Etat initial de la végétation forestière de la Montagne de Kaw, en Guyane. Rapport final, Contrat de consultance 9017 IRD/ONF : 48 pp + annexes.

Clements F.E., 1916. Plant succession: An analysis of the development of vegetation. Carnegie Inst. Wash. Publ. 242: 1-512.

Clewel A.F., Aronson J., 2006. *Motivations* for the restoration of ecosystems. – Conservation Biology *20*: 420-428.

Courbet F., Lagacherie M., Marty P., Ladier J., Ripert C., Riou-Nivert P., Huard F., Amandier L. & Paillassa É., 2012 . Le cèdre en France face au changement climatique : bilan et recommandations P 7.

Dahmani M., 1990. *Atlas économique et social de la Grande-Kabylie*, OPU, Alger.

Dahmani-Megrouche M., 1996. Diversité biologique et phytogéographie des chênaies vertes d'Algérie. *Ecologia mediterranea*, **22** (3-4), 19-38.

Dahmani-Megrouche M., 1997 - Le chêne vert en Algérie. Syntaxonomie phytosociologie et dynamique des peuplements. Thèse doct. Es-sciences. Univ Houari Boumediene. Alger.383P.P.

Daget P., 1977. Le bioclimat méditerranéen : caractères généraux, modes de caractérisation , Végétation 34: 1-20.

Daki, M., 2004 . Etude De Faisabilité d'un Plan d'Aménagement Côtier en Méditerranée Marocaine, rapport final du Département de L'environnement. Ministère de L'aménagement du Territoire, de l'Eau et de L'Environnement, Rabat. Maroc, 6-113.

DNCN., 2009 . Etat de l'environnement au Mali.

De Champs J. , 1987. Mesures sylvicoles préventives. *Revue Forestière Française*, numéro spécial "les chablis", n° 4, p. 313-322.

Demarteau M., François L., Cheddadi R.& Roche E., 2007. Réponses de *Cedrusatlantica*aux changements climatiques passés et futurs Geo-Eco-Trop, 2007, 31: 105 - 146

Derridj A., 1990. Etude des populations de *Cedrus atlantica* Man en Algérie. Thèse doctorat en sciences, Univ. Paul Sabatier, Toulouse, 288 p.

Dossou ME, Houessou GL, Lougbégnon OT, Tenté AHB, Codjia JTC. 2012. Etude ethnobotanique des ressources forestières ligneuses de la forêt marécageuse d'Agonvè et terroirs connexes au Bénin. *Tropicultura*, **30**(1): 41-48.

Dubuis A. & Faurel L., 1949. Essai sur la flore montagnarde de Djurdjura. Endémisme et affinités floristiques. Mémoire, Soc. Hist. Hat. D'Afr. Du Nord. Numéro Hors série(2), pp : 65-78.

Dupouey J. L. &Bodin J., 2007. *Déplacements déjà observés des espèces végétales: quelques cas emblématiques mais pas de migrations massives.* – RDV techniques hors-série *3*: 34-39.

FAO, 1997 .State of the world's forests .Citation and prospects for forest conservation and development, trends in forest management and utilization, pp 23-34

Faurel L., 1947. Note sur la cédraie de l'Atlas de Blida, ses sols et ses associations végétales. CR. Congo pédologie, Montpellier-Alger, 474-480.

Emberger L., 1930. La végétation de la région méditerranéenne, essai d'une classification des groupements végétaux. — Rev. Gén. Bot. 42:641-662, 705-721.

Emberger L., 1935. La distribution géographique du cèdre au Maroc. C.R. Soc. Biog., 12, 45-58.

Emberger L., 1938. Contribution à la connaissance des Cèdres et en particulier du Deodar et du Cèdre de l'Atlas. In: Revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale. 18e année, bulletin n°198, février 1938. pp. 77-92.

Emberger L., 1952. Sur le quotient pluviothermique. Sciences, 234, 2508-2511.

Emberger L., 1961-1962. Rapport de synthèse sur la contribution que la recherche scientifique de base – notamment en écologie – peut apporter pour résoudre des problèmes posés par la montagne. –Bull. Fédér. Franç. Economie Montagnarde, Nouvelle série *12*: 197-207.

Ezzahiri M., Belghazi B. & Bahmad M., 1994. Bilan de la régénération naturelle de la cédraie dans les parcelles clôturées du Moyen Atlas, Maroc. Ann. Rech. For, T(**27**) : 259-268.

Fabre J.P., Mouna M., Du Merle P. & Benhalima S., 1999. Le point sur certains ravageurs du Cèdre de l'Atlas en Afrique du Nord, en France et en Europe. *Rev. For. médit*., 20, 4, 203-219.

Faurel L., 1947. Note sur la Cédraie de l'Atlas de Blida (Algérie), ses sols et ses associations végétales. C.R. Conf. Pédologie Médit., Alger-Montpellier. Pp : 474-477.

Faurel L ., LaffiteR ., 1949. Facteurs de répartition des cédraies dans les massifs de l 'Aurès et du Belezma .Bull .Soc .Hist .Nat . Afrique du Nord. Alger p. 178.

Flandrin J., 1952. La chaine du Djudjura. XIX ème congrès géologique international. Alger. Monographique régional. 1ère série. Algérie, 19:1-49.

Floret C., Galan M.J., Le Floc'h E.,Orshan G. & Romane F. (1990). Growth forms and phenomorphology traits along an environmental gradient: tools for studying vegetation. *J. Veget. Scie.*, 1: 71-80.

Gaudin S., 1996. Dendrométrie des peuplements BTSA Gestion forestière 62p : 08p.

Gaussen H., 1967. Les gymnospermes actuelles et fossiles. Trav. Lab. For. Toulouse. T2(1). Fasc.VII.283-280.

Géhu J.M. & Rivas-Martinez S., 1981. Notions fondamentales de la phytosociologie. *Beritche der internationalen symposien der internationalen vereinigung fur vegetationskunde rinteln , 31-3-80, 3-4-80.*

Gharzouli R., 2007. Flore et Végétation de la Kabylie des Babors : étude floristique et phytosociologique des groupements forestiers et post forestiers des djebels Takoucht, Adrar Oumelal, Tababort et Babor. Thèse doctorat, Univ. Sétif, Algérie.

Gharzouli R. & Djellouli Y., 2005. Diversité floristique de la Kabylie des Babors (Algérie). Sécheresse, 16 (3), 217-223.

Gounot M. 1969. Méthodes d'études quantitatives de la végétation. Masson, Paris, France, 314p.

Greuter W., 1991. Botanical diversity, endemism, rarity, and extinction in the Mediterranean area: an analysis based on the published volumes of Med-Checklist. Bot. Chron. **10:** 63-79.

Guinochet M., 1973. Phytosociologie, Masson et Cie, Paris, 227p.

Hadouchi N., **& Mecheri O., 1994.** Approche éco-dendrométrique du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti), à Tikjda, versant Sud du Djurdjura. Mémoire. Ing. Agr. Univ. M.M.T.O. pp : 5-28.

Harfouche .& Nedjahi A., 2003. Prospections écologiques et sylvicoles dans les cédraies du Belezma et de l'Aurès à la recherche de peuplements semenciers et d'arbre. Rev. For. Fr. Vol. 55, n°2, Pp: 113-122.

Huart O., Lejeune P., Lemoine N., Rondeux J., 2004. Proposition d'une méthode d'inventaire « sylvicole » pour le diagnostic post-perturbation des hêtraies wallonnes touchées par la « maladie du hêtre ». *Note technique forestière de Gembloux* n° 12, 26p.

Körner Ch., 2007.*The use of 'altitude' in ecological research.*– Trends in Ecology and Evolution *22(11)*: 569-574.

IFN ., 2010. Evaluation et gestion des risques, Exemple des matériaux d'emballage à contact alimentaire, Lettre scientifique IFN n° 145 - juin 2010 ISSN 1629-0119

Labat J.N., 1987. Structures et dégradations de la forêt mésophile de pins de la Sierra Tarasca, Michoacán, Mexique. *Bulletin d'Écologie de Brunoy* 18: 97–106

Lacoste A., 1972. La végétation de l'étage subalpin du bassin sup.de la Tine (Alpes Maritimes). Thèse Doct., Univ. Paris-Sud, centre d'Orsay, 295 p.

Lapie G., 1909. Etude phytogéographique de la Kabylie du Djurdjura. Thèse. Ing. Agr. Paris. Ed. Delagrave, 156 p.

Lecomte M.,et Rondeux N., 2002. Les inventaires forestiers nationaux en Europe : Tentative de synthèse. Cahier n°5.Collection, les cahiers forestiers de Gembloux. Ed. Faculté de Gembloux, 29p.

Le Houérou H.N., 1980. In: Browse in Africa, the current state of knowledge. H. N. Le Houérou (ed.), ILCA, Addis Ababa, Ethiopia, 83-100

Le Houérou H.N., 1990. La forêt et l'utilisation des terres dans le bassin méditerranéenen 2050. Le modèle de circulation mondial « global change ». Forêt méditerranéenne, XII ;3,pp 225-224.

Le Houérou H. N., 1993- Salt tolerant plants for the arid regions of the Mediterranéen isoclimatic zone. In : H. Lieth and A. El Masoom (eds), Towards the rational use of high salinity-tolerant plants. Vol 1 . Kluwer. Acad. Publ, Dordrecht, The Netherlands. pp: 403- 422.

Lepart P. &Escarre J., 1983. La succession végétale, mécanismes et modèles, analyse bibliographiques. Bull. Ecol., 1983, 14(3): p133-178.

Lepart J. 1997 – De la diversité spécifique à la biodiversité, les raisons d'un succès. Forêt Méditerranéenne, XVIII (1).pp 4-10 .

Lepoutre B., 1963. Recherche sur les conditions édaphiques de régénération des cédraies marocaines. Ann. Rech. For. ; 6, Rapport 1957-1961, Fasc. 2 ; 210 p.

Loetsch, F., F. Zöhrer, and K.E. Haller. 1973. Forest Inventory 2. BLV. Verlags gesellschaft, München. 469 p.

Loisel R., Medail F., Quezel P., 1993. Syntaxonomie, habitats et intérêt patrimonial de la plaine des Maures (sud-est continental français). *Colloques phytosociologiques*, 22 : 556-564.

Louni D., 1994. Forêt méditerranéenne t. XV n° 1, janvier 1994.

Maire R., 1926. Notice de la carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie. Gouv. gén. alg., Serv. carto., Bacconnier, Alger, 78 p.

Maire R., 1928. Origine de la flore des montagnes del'Afrique du Nord. *Mém. Soc. Biogéog*., **2**, 187-194.

Maire R., 1952-1980. Flore de l'Afrique du Nord 1-15. - Lechevalier, Paris.

Marage D., 2004 .Structure et fonctionnement du peuplement ligneux dans le *Trochiscantho-Abietetum*. Essai de caractérisation des phases sylvigénétiques et sylviculturales. Application dans le bassin versant de Gap-Chaudun (05). ENGREF, Nancy, Rapport final, Convention ONF/ENGREF, 19 p.

Médail F., Quézel P., 1997. Hot-spot analysis for conservation of plants biodiversity in the Mediterranean Basin, Ann. Mo. Bot. Gard. 84 (1997) 112–127.

Médail F.&Diadema K., 2009. Glacial Refugia influence plant diversity patterns in the Mediterranean Basin. Journal of Biogeography.36, 1333-1345.

Meddour R ., 1994. La cédraie de l'atlas blidéen (Algérie). Valeur bioclimatique, syntaxonomique et dynamique Ann. Rech. For. Maroc, (1994), T (27), 105-127.

Meddour R., 2010. Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie. Exemple des groupements forestiers et préforestiers de la Kabylie. Thèse. Doct. Agr. Option: Foresterie. U.M.M.T.O. 398p**.**

Meddour R., 2011. La méthode phytosociologique Sigmatiste ou Braun Blanqueto-Tüxenienne. Faculté des sciences biologiques et agronomiques, département des sciences agronomiques,T.O. 39p

Mediouni K. & Azira F., 1992. Contribution à l'étude de la dynamique des formations à Erables (Acer) d'Aït Oabane (Djurdjura). Forêt Médit., 13 (2), Marseille, pp. 109-114.

Mediouni K. & Yahi N., 1989. Etude structurale de la série du cèdre à Ait Ouabane, Djurdjura, forêt Médit, XI, 2, 103- 112.

Mediouni K. & Yahi N., 1994. Phytodynamique et autoecologie du *Cedrus atlantica* dans le Djurdjura Ann. Rech.For.Maroc, (1994), T (27), pp 77-104.

Mhirit O., 1982. Etude écologique et forestière des cédraies du Rif marocain. Essai sur une approche multidimentionnelle de la phyto-écologie et de la productivité du cèdre. Thèse de Doctorat es Science, Univ.Dr.Eco.Sci.Aix-Marseille, 436 pages.

M'hirit O., 1994. Le Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti). Présentation générale et état des connaissances à travers le réseau Silva Mediterranea "Le Cèdre". In : Le cèdre de l'Atlas. Actes du séminaire international sur le Cèdre de l'Atlas. Ifrane (Maroc), 7 - 11 Juin 1993. Annales de la recherche forestière au Maroc 27 (spécial) : 4-21.

M'hirit O. 1999. Le grand livre de la forêt marocaine. Belgique ; Mardaga Ed. 280p.

M'hirit O., 2006. *Le cèdre de l'Atlas : Mémoire du temps*. Éd. Mardaga. 288 p.

Miles J., 1979. Vegetation dynamics. Chapman and Hall ed., Lendon, 80 p.

Mills L.S., Soulé M.E., Doak F.D., 1993.*The keystone species concept in ecology and conservation.*–Bio Science *43(4)*: 219-226.

Montero G., Canellas I., 1998. Salviculturay gestion soslenible de sistemas forestales. Actas de Los Primeros Encuentos Cientificos del parque natural de Penalara, 29-31 Mai. Conserjeria de Medio Ambienté de Madrid.

Moukouri N., 2006. Contribution à étude du dépérissement du cèdre de l'Atlas dans le massif des Ouled Yakoub : approche sylvicole. Mémoire d'ingénieur. Département d'Agronomie. Faculté des Sciences. 58 p.

Nedjahi A., 1994. Etude de la croissance radiale des provenances du Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) en Algérie. Ann. Rech. For., T (27): 451-462.

Nedjraoui D., 2003. Les mécanismes de suivi de la désertification en Algérie proposition d'un dispositif national de surveillance écologique à long terme. Doc. OSS, 37 P.

Ozenda P., 1982. Les végétaux dans la biosphère. Edit Doin. Paris, 431p.

Paine R.T., 1966. *Food web complexity and species diversity*, The American Naturalist *100(910)*: 65-75.

Paine R.T., 1969. *A note on trophic complexity and community stability* – The American Naturalist*103 (929)*: 91-93.

Parde J., 1961. Dendrométrie. E.N.E .F.Nancy, 350p.

Parde J. et Bouchon J., 1988. Dendrométrie.2e édit. Nancy, école Nationale du génie rural,des eaux et forêts. 328 P.

Piboule A., 2005. Influence de la structure du peuplement forestier sur la distribution de l'éclairement sous couvert. Cas forêt hétérogène feuillue sur plateau calcaire. Thèse de Doctorat, ENGREF, 147 p.

Pouget M., 1982. Les relations sols végétations dans les steppes Sud algéroises. O.R.O.S.T.O.M. Paris 555p.

Poupon J, 1980. *L'aménagement et l'amélioration des parcours forestiers au Maroc.* – Forêt méditerranéenne *I (2)*: 141-150 et *II (1)*: 53-60.

Pradal F., 1979. Variabilité génétique et éco-physiologique du cèdre. Résumé. INRA département Forêt. Nancy.

Pujos A., 1966. Les milieux de la cédraie marocaine. Etude d'une classification des cédraies du Moyen Atlas et du Rif en fonction du sol et du climat de la régénération actuelle dans les peuplements. Ann. Rech. For. Maroc. 8: Rabat 283.

Pujos A., 1967. Les milieux de la cédraie marocaine. Etude d'une classification des cédraies du Moyen Atlas et du Rif en fonction des facteurs du sol et du climat et de la régénération naturelle actuelle dans ces peuplements. Annales de la Recherche Forestière au Maroc. 8, 1-283.

Quézel P ., 1957. Peuplement végétal des hautes montagnes de l'Afrique du Nord. Lechevalier(Ed).Paris. France, 463p.

Quézel P. 1978. Conifères du pourtour méditerranéen. Thèse Doc., Univ. St Jérôme, Marseille, pp 213-256.

Quézel P,. 1980. Biogéographie et écologie des conifères sur le pourtour méditerranéen. In PESSON: Actualités d'Ecologie Forestières Bordas édit., Paris: 205-256.

Quézel P., 1983. Flore et végétation de l'Afrique du nord, leur signification en fonction de l'origine, de l'évolution et des migrations des flores et structures de végétation passées. Bothalia, 14: 411-416.

Quézel P., 1985. Definition of the Mediterranean region and the origin of its flora, in: C. Gomez-Campo (Ed.), Plant Conservation in the Mediterranean Area, Dordrecht, The Netherlands, 1985, pp. 9–24.

Quézel P., 1995. La flore du bassin méditerranéen: origine, mise en place, endémisme. – Ecol. Med. XXI (1/2): 19-39.

Quézel P., 1998 . Cèdres et cédraies du pourtour méditerranéen : signification bioclimatique et phytogéographique. *Forêt médit.* 19 : 243-260.

Quézel P., 1999. *Biodiversité végétale des forêts méditerranéennes, son évolution d'ici à trente ans.* – Forêt méditerranéenne *XX(1)*: 3-8.

Quézel P., 2000. Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Meghreb méditerranéen. Ibis Pess, Paris, 117p.

Quézel P., 2002. Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen. IBISPRESS : 112 p.

Quézel P., Barbero M.& Benabid A., 1987. Contribution à l'étude des groupements forestiers et preforestiers du Haut Atlas oriental (Maroc). *Ecologia méditerranea,* XIII (1/2), Marseille.

Quézel P. & Barbero M., 1989. Les formations à Genévriers rampants du Djurdjura ; leur signification écologique dynamique et syntaxinomique, dans une approche d'interprétation globale des cédraies kabyles. Lazaroa, 2 : 85-99.

Quézel P., Médail F., Loisel R. &Barbero M., 1999. Biodiversité et conservation des essences forestières du bassin méditerranéen. Unasylva, 197 : 21-28.

Quézel P. &Médail F., 2003. Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Elsevier, Paris, 592 p.

Quézel P., & Santa S., 1962-1963. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, 1-2. - C.N .R.S., Paris.

Rameau J.C., 1987. Contribution phytoécologique et dynamique à l'étude des écosystèmes forestiers. Applications aux forêts du Nord-Est de la France. Thèse Doct. ès Sc. Nat., Univ. De Besançon, 344 p.

Rameau J.C., 1999. Aménagement forestier, importance de l'écologie et prise en compte de la biodiversité. Revue forestière française, 51 (numéro spécial).

Rameau, J.C. & al., 2008. Flore forestière française : guide écologique illustré. Tome 3 : Région méditerranéenne. Ministère de l'Agriculture et Institut pour le développement forestier, 2421 p.

Rhanem M., 2010. Esquisse d'une typologie géomorphologiques de quelques cédraies à *Cedrus atlantica* Man dans le Haut Atlas oriental de Midelt (Maroc). Menaces et perspectives de conservation, de gestion et de restauration *Quad. Bot. Amb. Appl., 21 (2010): 135-153.*

Raunkiaer C, 1934. The life forms of plants and statistical plant Geography clardon press, Oxford, 632p.

Rondeux J., 1993. La mesure des arbres et des peuplements forestiers. Ed. Presses Agronomiques de Gembloux, Belgique, 521p.

Sabatier., 1993. Architecture du cèdre de l'Atlas ,*Cedrus atlantica* (Endl) Manetti ex: carrière (pinaceae) .

Sarmoum F., Feddag F., MasloubAek & Belkaid B ., 2013. Diagnostic de l'état actuel de la subéraie du Parc National de Theniet El Had (W. Tissemsilt)

Sarr D.A.& Puettmann K., 2008. Forest management, restoration, and designer ecosystems: Integrating strategies for a crowded planet. – Ecoscience15 (1): 17-26.

Sbabdji M ., Oldache El H., Haddad A., Kadik B &Lambs L., 2009 . La Croissance du Cèdre (*Cedrus atlantica Manetti*) dans le parc national de Chréa, Algérie, et influence de la défoliation par la chenille processionnaire du pin (Thaumeto poeapityo campa *Schiff.*). *Rev. Écol. (Terre Vie),* vol. 64, 2009. Pp 323-332.

Schütz J P., 1997. Sylviculture 2 : la gestion des forêts irrégulières et mélangées. Lausanne : Presses Polytechniques et Universitaires Romandes. 192 p.

Sedjar A., 2012 . Biodiversité et dynamique de la végétation dans un écosystème forestier - Cas de djebel Boutaleb- thèse Magister Option : Biodiversité et gestion des écosystèmes, Département de biologie et écologie végétale univer de Sétif Ferhat Abbas 137p

Simberloff D., 1998. Flagships, umbrellas, and keystones: is single-species management passé in the landscape area? **–** Biological Conservation *83(3)*: 247-257.

Spittlehouse, D.L. and S.W. Childs.1989. Evaluating the seedling moisture environment after site preparation. In Proc. 7th N. Am. For. Soils Conf., Sustained productivity of forest land. (inpress).

Stewart PH.& Roustide R., 1974. Cours de sylviculture. Institut National Agronomique, El Harrach, Alger, 101p.

Tafer M., et Zergane R.,1994. Contribution à l'analyse phytosociologique et structurale de la série de *Cedrus atlantica* de Tikjda (versant méridional de Tikjda).Mémoire Ing. Agr. U.M.M.T.O.140 p.

Tassin C ., 2012. Paysages végétaux du domaine méditerranéen : Bassin méditerranéen Californie, Chili central, Afrique du Sud,Australie méridionale IRD(Institut de Recherche pour le Developpement) Edition Marseille 2012.

Toth J., 1970. Plus que centenaire et plein d'avenir / le cèdre en France R.F.F XXI. Tunisie, T. IV : 483. La rose édit., Paris.

Toth J., 1972. Historique du Cèdre sur le Mont Ventoux . Bulletin de la Société d'études des sciences naturelles de Vaucluse, pp . 51-75.

Toth J., 1973. Premières approches de la production potentielle du cèdre de l'Atlas dans le sud de la France. Rev. For. Fr. n° 73/S, p. 381-389.

Toth J,.1980. Le cèdre dans quelques pays du pourtour Méditerranéen et dans deux autres pays à grande importance forestière forêt méditerranéenne. t. II. N° 1. 1980. Page 1.

Toth J., 1990. Le cèdre III. Intérêt paysage. Cédraie touristique. Forêt privée. N° 195. 8p.

Toth J., 2005. Le cèdre de France - Etude approfondie de l'espèce. Ed. L'harmattan. Paris 207P.

Véla E. & Benhouhou S.,2007. Évaluation d'un nouveau point chaud de biodiversité végétale dans le Bassin méditerranéen (Afrique du Nord) C. R. Biologies 330 (2007) 589–605.

White F., 1986. La végétation de l'Afrique, mémoire accompagnant la carte de la végétation d'Afrique, UNESCO/AETFAT/ UNSO : recherche sur les ressources naturelles X X, 391p.

Whittaker R. & Levin S.A., 1977. -The role of mosaic phenomena in natural communities. Theor. Pop. Biol. 12 : 117-139.

Yahi N., 1995. Contribution à l'étude phytosociologique des formations à *Cedrus atlantica* Manetti de l'Atlas tellien (Ouarsenis, Djurdjura, Babors). Thèse de Magister. USTHB Bab Ezzouar. 174p.

Yahi N., 2007. Les cédraies d'Algérie : phytoécologie, phytosociologie, dynamique et conservation des peuplements. Thèse .Doct. Univ .USTHB 265p.

Yahi N., Djellouli Y., De Foucault B., 2008. Diversités floristique et biogéographique des cédraies d'Algérie, Acta BotanicaGallica, 155:3, 389-402,

Yahi N., Mediouni K. 1997. Phytosociologie des groupements végétaux à cèdre « *Cedrus atlantica Manetti*» du massif de Théniet El Had(Algérie). Colloques phytosociologiques, XXVII : 479-490.

Yahi N., Mediouni K.,Géhu J-M., 1999. Syntaxonomie des groupements à cèdre« Cedrus atlantica Manetti» d'Algérie. Documents phytosociologiques, Vol XIX, Bailleul, France.

Annexes

Annexe n°1 : Distribution de la densité des tiges du peuplement à l'hectare (toutes essences confondues).

N° de la placette	Densité par placette	Densité des arbres/Ha
1	14	280
2	10	250
3	17	425
4	10	200
5	11	275
6	15	300
7	13	325
8	12	300
9	18	360
10	10	250
11	11	275
12	14	280
13	15	375
14	13	325
15	11	275
16	11	275
17	15	300
18	12	300
19	8	200
20	11	220
21	16	320
22	16	400
23	14	350
24	16	320
25	18	450
26	12	300
27	13	325
28	12	300
29	15	300
30	15	375
31	11	275
32	16	400
33	13	325
34	9	225
35	13	260
36	13	325
37	14	350
38	12	300
39	14	280
40	13	325
Moyenne	13,15	307,37
Ecart-type	2,39	56,23
CV %	18,19	18,29

Annexe n° 2 : La distribution des surfaces terrière.

N° du relevé	Surface terrière/placette	Surface terrière/placette (m^2 /ha)
1	3,21	64,22
2	1,80	44,95
3	1,44	36,02
4	6,29	125,73
5	1,48	37,00
6	2,87	57,35
7	1,18	29,59
8	0,87	21,72
9	2,44	48,90
10	2,28	57,03
11	0,73	18,13
12	1,71	34,28
13	1,10	27,52
14	0,95	23,85
15	0,55	13,66
16	0,15	3,86
17	0,50	9,97
18	0,62	15,48
19	0,57	14,37
20	2,48	49,59
21	0,93	18,64
22	0,88	21,91
23	0,72	18,10
24	1,48	29,50
25	1,07	26,71
26	0,77	19,25
27	0,58	14,56
28	0,50	12,43
29	0,47	9,48
30	0,55	13,70
31	1,10	27,59
32	0,67	16,81
33	1,36	34,02
34	0,68	17,06
35	2,83	56,50
36	1,36	34,06
37	1,00	24,89
38	0,75	18,65
39	0,64	12,88
40	1,10	27,53
Moyenne	1,32	29,69
Ecart type	1,09	21,59
CV(%)	83,14	72,71

Annexe n° 3 : Facteur d'élancement (H/D) des tiges de *Cedrus atlantica* et *Quercus ilex*.

N° de placette	H/D *Cedrus atlantica*	H/D *Quercus ilex*
1	25,92	16,77
2	32,10	22,75
3	42,43	27,42
4	17,88	-
5	28,38	-
6	24,55	15,54
7	41,16	35,27
8	42,29	-
9	28,51	52,03
10	26,32	44,38
11	44,55	-
12	28,94	-
13	31,69	-
14	39,12	-
15	25,36	-
16	36,86	-
17	44,43	54,50
18	40,66	29,71
19	43,79	-
20	23,47	15,70
21	49,85	16,35
22	48,38	19,63
23	31,14	49,29
24	39,05	16,40
25	39,54	27,02
26	38,15	13,35
27	48,57	35,56
28	42,52	47,71
29	60,26	-
30	45,62	-
31	24,46	-
32	49,28	65,23
33	34,92	21,29
34	44,31	45,01
35	26,71	25,46
36	41,02	25,50
37	35,78	19,70
38	41,27	25,12
39	-	29,62
40	47,93	20,64
élancement moyen	36,43	20,42

Résumé :

Une étude de la diversité floristique et de la phytodynamique de la série de végétation à *Cedrus atlantica* a été menée à Tikjda, sur le versant méridional du Djurdjura, qui dépend administrativement du parc national du Djurdjura et est situé en bioclimat humide à hiver frais. Lors de cette étude, 90 relevés floristiques ont été réalisés selon la méthode phytosociologique. Une analyse numérique des données floristiques, nous a permis de déterminer trois groupements végétaux, pour lesquels une description physionomique, floristique et écologique ainsi qu'une interprétation phytosociologique ont été effectuées.

Les trois groupements végétaux qui ont pu être mis en évidence sont :

- la cédraie forestière mésophile, située à Taouialt et Tighilt Tabount, appartenant à l'association *Senecio perralderiani–Cedretum atlanticae,* et marquée par la présence exclusive de *Taxus baccata,*
- La cédraie préforestière mésophile à *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica,* localisée à Tigounatine Nord en ubac,
- La cédraie thermophile à chêne vert, localisée sur le site du Rocher du pigeon, en adret, qui se rapporte aussi aux *Quercetea pubescentis* et *Querco-Cedretalia atlanticae,* avec une abondance des espèces caractéristiques des *Quercetea ilicis*.

L'étude des caractères dendrométriques, structuraux et dynamiques de ce versant, sur la base de 40 relevés dendrométriques, et l'estimation de l'action anthropique à travers les divers facteurs estimés dans cette étude, concerne l'ensemble du massif forestier de Tikjda. L'état actuel de la forêt de Tikjda est incontestablement impacté par ces différentes perturbations anthropiques(coupes de bois, incendies, surpâturage, surfréquentation, etc.), en particulier la cédraie forestière et préforestière.

Mots-clés : *Cedrus atlantica,*Tikjda, dynamique, écologie, flore, mesures dendrométriques.

Abstract:

A study of the floristic diversity and phytodynamical series of vegetation *Cedrus atlantica* in Tikjda has been completed, on the southern slope of Djurdjura which depends administratively from Djurdjura National Park and it's located in humid bioclimate with cool winter. In this study, 90 floristic surveys are carried out according to the phytosociological method. A numerical analysis of the floristic data allowed us to identify three plant communities, for which a physiognomic, floristic and ecological interpretation and a phytosociological description were performed.

The three plant communities which have been identified are:

- Mesophilic cedar forest located at Taouialt and Tighilt Tabount belonging to the *Senecio perralderiani-Cedretum atlanticae* association, and marked by the exclusive presence of *Taxus baccata*,
- The cedar preforest mesophilic to *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica*, located in Northern Tigounatine slopes,
- The cedar forest thermophilic oak, located on the Rock pigeon site in south-facing slope, which also relates to *Quercetea pubescentis* and *Querco-Cedretalia atlanticae,* with an abundance of characteristic species of *Quercetea ilicis*.

The study of dendrometric, structural and dynamics features of this formation, based on 40 dendrometric surveys, and estimation of human activities through the various factors estimated in this study concerns the entire forest of Tikjda. The current state of the forest of Tikjda is undoubtedly affected by these human disturbances (logging, fires, overgrazing, overcrowding, etc.), particularly forest and preforest cedar.

Keywords: Atlas cedar, Tikjda, dynamic, ecology, flora, dendrometric measures.